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

12+

IZVESTIYA VUZOV
Investitsii
Stroitelstvo
Nedvizhimost

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ

ИНВЕСТИЦИИ
СТРОИТЕЛЬСТВО
НЕДВИЖИМОСТЬ

Том 14 № 2
2024

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 / Vol. 14 № 2

ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского национального исследовательского технического университета

PUBLISHERS
of Irkutsk National Research Technical University

2024

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

В журнале опубликованы статьи ученых из 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. Градостроительство. 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 Минобразования России

Журнал включен в следующие базы данных: EBSCO Publishing Databases, ВИНИТИ 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:
ФГБОУ ВО Иркутский национальный исследовательский технический университет

Подписной индекс в ООО «Урал-Пресс» - 41511
Адрес ООО «Урал-Пресс»:
620026, Свердловская область, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, д. 130

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

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. Urban construction. 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: FSBEIHE Irkutsk National Research Technical University

The subscription code in Ural-Press LLC: 41511
The postal address of Ural-Press LLC:
130 Mamin-Sibiryak St.,
Yekaterinburg, 620026, Russia

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

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, профессор, профессор кафедры экспертизы и управления недвижимостью Иркутского национального исследовательского технического университета, Советник РААСН (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)
Новицкий Н.Н., доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, зав. лаб. Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (г. Иркутск, Российская Федерация)
Сетогути 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, Академик РАН, директор Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, (г. Иркутск, Российская Федерация)
Урханова Л.А., доктор технических наук, профессор кафедры производства строительных материалов и изделий Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления (г. Улан-Удэ, Республика Бурятия, Российская Федерация)
Фань Фэн, профессор, советник ректора, Харбинский политехнический университет, заместитель исполнительного директора Ассоциации технических университетов России и Китая (г. Харбин, Китай)
Федюк Р.С., доктор технических наук, доцент Дальневосточного федерального университета, Советник РААСН (г. Владивосток, 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)
Энгель Барбара, доктор архитектуры, специалист по городскому планированию Дрезденского технического университета (г. Дрезден, Федеративная Республика Германия)
Яськова Н.Ю., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой инвестиционно-строительного бизнеса РАНХИГС при президенте РФ. (г. Москва, Российская Федерация)

EDITORIAL BOARD

Известия вузов
Инвестиции. Строительство. Недвижимость

Том 14 № 2 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТРОИТЕЛЬСТВО

АРХИТЕКТУРА. ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ДИЗАЙН

Proceedings of Universities
Investment. Construction. Real estate

Том 14 № 2 2024

CONTENTS

ECONOMICS AND MANAGEMENT

TECHNICAL SCIENCES. CONSTRUCTION

ARCHITECTURE. URBAN CONSTRUCTION. DESIGN

Научная статья
УДК 332.63
EDN: UGBJMD
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-244-257

Институциональная модель рынка коммерческой недвижимости

Е.Н. Бурденюк[1]✉, А.Б. Коган[2]
[1,2]Новосибирский государственный университет экономики и управления,
г. Новосибирск, Россия

Аннотация. Предмет работы – институты рынка коммерческой недвижимости. Цель работы – построение описательной институциональной модели рынка коммерческой недвижимости. Обозначены институциональные границы рынка коммерческой недвижимости. Временные рамки определяются «выравниванием» спроса и предложения через динамику арендных ставок. Географические пределы, несмотря на локальный характер рынка, определяются участием крупнейших девелоперов. Товарные границы формируют назначение коммерческой недвижимости, связанное с ее использованием арендаторами для ведения бизнеса. Это позволяет рассматривать взаимосвязь институтов рынка коммерческой недвижимости с позиций создания ценности. Исходные условия через земельные отношения определяет институт государства, также устанавливающий требования к регистрации. Девелопер «связывает» предложение земли с рынком аренды разрабатывая концепцию объекта, этим влияет на сопутствующие отрасли (застройщиков, производителей строительных материалов). Институт управления коммерческой недвижимости обеспечивает интересы девелопера. Состав его участников многообразен и позволяет доводить до потенциальных арендаторов предложение инвестора как ценность. Институт сопутствующих участников рынка коммерческой недвижимости задействован, преимущественно, в информационном обмене между другими его субъектами, но именно он делает устойчивыми составляющие рынок связи. Арендатор формирует конечный продукт, используя для этого созданную девелопером (арендодателем) ценность в виде назначения и индивидуальных свойств объекта. Арендные ставки влияют на доходность коммерческой недвижимости, этим определяя спрос девелопера на капитал. Результаты данной работы предназначены девелоперам и исследователям. Сделан вывод о недостатках институциональной роли инвестора, связанных с нерациональным привлечением капитала, «переносом» этих затрат на арендатора. Причины состоят как в стратегиях большинства девелоперов, так и в стремлении уменьшить риски через предпочтительное использование заемного капитала

***Ключевые слова*:** рынок коммерческой недвижимости, девелопмент, аренда, доходность, институты

Для цитирования: Бурденюк Е.Н., Коган А.Б. Институциональная модель рынка коммерческой недвижимости // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 244–257. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-244-257. EDN: UGBJMD.

Original article

Institutional model of commercial real estate market

Evgeniy N. Burdenyuk[1]✉, Anton B. Kogan[2]
[1,2]Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk, Russia

Abstract. The study considers institutions of the commercial real estate market with the aim to develop a descriptive institutional model. Institutional boundaries of the commercial real estate market are outlined. Time limits are determined by the equalization of supply and demand through the dynamics of rental rates. Geographical limits, despite the local character of the market, are determined by the participation of the largest developers. Commodity boundaries form the intended purpose of commercial real

estate related to its use by lessees for business. This allows the interconnection of commercial real estate institutions to be considered from the perspective of value creation. By means of land relations, the initial conditions are determined by the institution of the state, which also establishes registration requirements. The developer connects the land supply with the rental market by developing a concept of the object, thus influencing related industries (developers, producers of construction materials). The institution of commercial real estate management ensures the interests of the developer. The composition of its participants is diverse, allowing the investor's offer to be communicated to potential tenants as a value. The institute of accompanying participants of the commercial real estate market is mainly involved in information exchange between its other subjects; however, this institute is responsible for making the constituent links of the market sustainable. The lessee forms the final product using the value created by the developer (lessor) in the form of the intended purpose and individual properties of the object. Rental rates affect the profitability of commercial real estate, thereby determining the developer's demand for capital. The results obtained can be used by both developers and researchers. The conclusion is made about the limited institutional role of the investor due to irrational capital raising and transferring these costs to the lessee. The reasons lie both in the strategies of most developers and in the desire to reduce risks through the preferred use of debt capital.

Keywords: commercial real estate market, development, rent, profitability, institutions

For citation: Burdenyuk E.N., Kogan A.B. Institutional model of commercial real estate market. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):244-257. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-244-257. EDN: UGBJMD.

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая теория развивает представления о рынке на протяжении всей истории существования. Генезис охватывает переход от множественности субъектов, характерной для классических представлений, до индивидуальных контрактов. Промежуточное место занимает институциональная теория.

Причина смены парадигм рынка состоит не в стремлении излишне теоретизировать знание о сущности рынка, лишив какой-либо практической составляющей, а, напротив, выявить жизненные закономерности, реально определяющие сущность рынка, через это указав на возможности их практического использования. Такая потребность существует на практическом уровне, спрос предъявляют государство и бизнес.

Рынок коммерческой недвижимости становится одной из таких сфер вследствие формирования неравномерной доходности, обусловленной искажениями рынка капитала, возникшими под воздействием внешних факторов [1]. Построение его описательной модели позволяет идентифицировать движущие им специфические механизмы наравне с общими закономерностями и может выступать одним из шагов к его стабилизации, достижению на паритетных началах приемлемости условий для собственников, арендаторов и других субъектов. Основу исследования составили общенаучные методы (анализ, синтез), основанные на данных литературных источников. При анализе показателей рынка складской недвижимости были использованы методы статистического анализа (индексный, средних).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Институциональное описание рынка традиционно начинается с проведения его границ по товарному, географическому и временному признакам. Внешне «товарная» составляющая имеет приоритет над другими компонентами ввиду обособления этого рынка критерием использования недвижимости. Значимость проведения других границ доказывает более подробный анализ.

Границы приведены на рис. 1. Временные границы задаются площадью коммерческой недвижимости, предлагаемой в течение определенного периода, но вакантные площади отражают скорее неизбежный для этого рынка диспаритет спроса и предложения, а также «естественную» вакантность (смену арендатора). Причиной служит и высокая сезонность, отличающая некоторые сегменты этого рынка. С точки зрения экономической теории, данная закономерность безусловна, поскольку спрос колеблется относительно неэластичного предложения, тем самым побуждая арендодателей регулировать вакантные площади через арендные ставки или, напротив, обеспечивать дополнительную прибыль. В действительности, эта закономерность соблюдается не всегда. Примером тому служит рынок складской недвижимости в Новосибирске. Данные представлены на рис. 2.

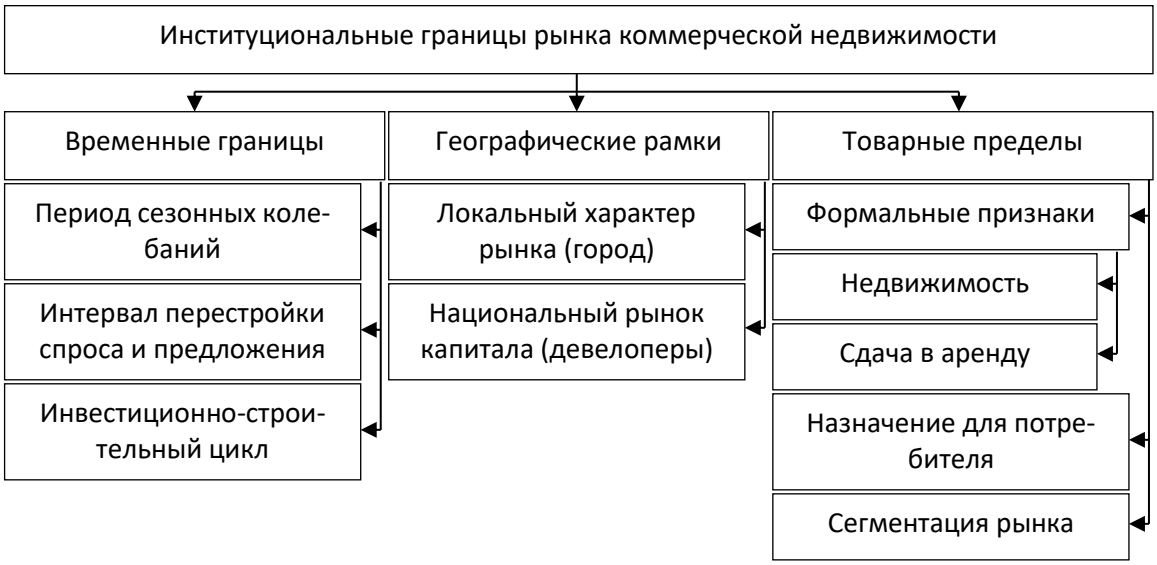


Рис. 1. Институциональные границы рынка коммерческой недвижимости
Fig. 1. Institutional boundaries of the commercial real estate market

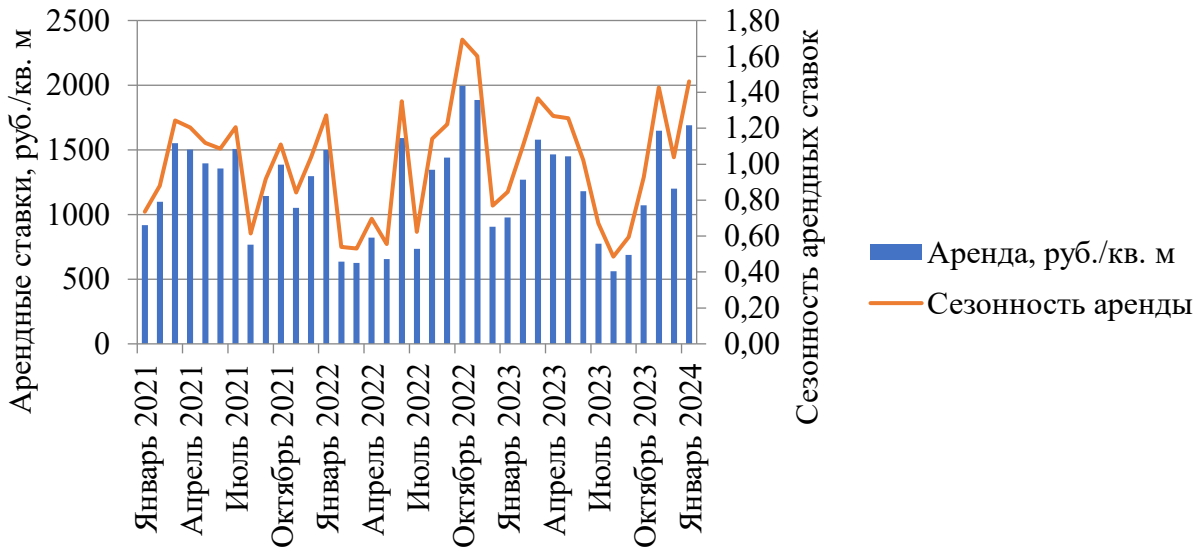


Рис. 2. Средние ставки и сезонность аренды на рынке складской недвижимости в Новосибирске на 01.01.2021–11.01.2024[1]
Fig. 2. Average rental rates and seasonality in the warehouse real estate market in Novosibirsk as of 01.01.2021–11.01.2024

Сезонность арендных ставок проявляется только в июне и частично в апреле и мае (данные 2022 г. не являются показательными). В иные периоды отсутствует четко выраженная сезонность арендных ставок, хотя общая цена аренды складской недвижимости имеет долгосрочную тенденцию к снижению (с 1248 руб./м^2 в 2021 г. до 1155 руб./м^2 в 2023 г.), но проявляется это только по усредненным данным. Поэтому описание институциональных границ рынка коммерческой недвижимости в пределах года не вполне достоверно.

Существуют тенденции более общего порядка, связанные с факторами спроса и капитала. Ориентируясь на спрос, инвестор в расчете на получение высоких арендных ставок и, как следствие, доходности, вкладывает средства в увеличение предложения складских

[1]Витрина недвижимости Restate. Режим доступа: https://novosibirsk.restate.ru/graph/ceny-prodazhi-kommercheskoy/ (дата обращения: 11.04.2024).

площадей. Эта тенденция существует в действительности. Подтверждают ее также данные рынка складской недвижимости в Новосибирске. Они представлены на рис. 3.

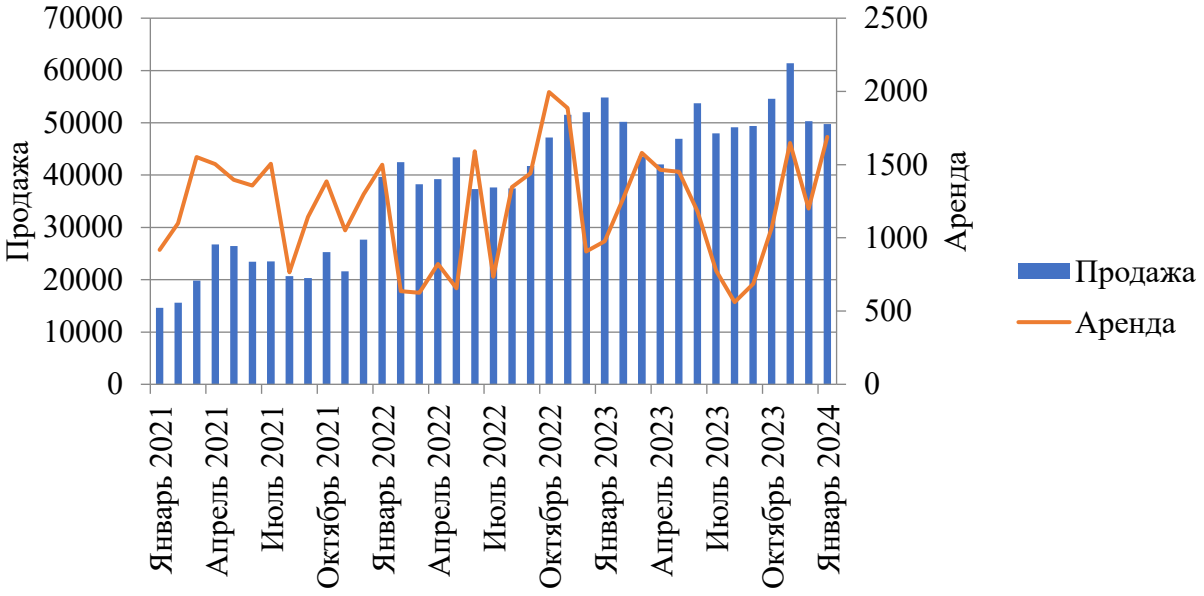


Рис. 3. Цена аренды и продажи на рынке складской недвижимости в Новосибирске на 01.01.2021–11.01.2024, руб./м²
Fig. 3. Rental and sales price on the warehouse real estate market in Novosibirsk as of 01.01.2021–11.01.2024, rub./m²

Наличие долгосрочных закономерностей, определяемых приведением в соответствие предложения и спроса (через регулирование предложения новых складских площадей) уже более очевидно [2].

Период низких цен продажи складской недвижимости в 2021 г. сменился резким увеличением с начала 2022 г. (увеличение на 42,55 % в январе 2022 г. и дальнейший рост на 31,14 % в течение 2022 г).

Это сопровождалось вначале спадом арендных ставок (причиной было увеличение вакантности под влиянием «ухода» ряда компаний с новосибирского рынка) [3]. При максимуме арендных ставок в октябре 2022 г., действительные причины были связаны с предложением складов класса А+, они уменьшились на 39,61 %.

Несмотря на колебания цены продажи в течение года, в целом за 2023 г. под влиянием снизившейся доходности она уменьшилась на 3,28 % при увеличении стоимости аренды на 32,46 %.

Тенденции 2022 г. объясняются инвестиционными ожиданиями, приведшими к резкому увеличению спроса на складскую недвижимость (мотив снижения риска инвестиций и высокие арендные ставки 2021 г.), затем снижением интереса к данным инвестициям [4]. Результатом стало повышение арендных ставок с августа 2023 г.

Закономерность прослеживается и в других сегментах рынка коммерческой недвижимости и позволяет определить его временные границы как период, за который предложение, ориентированное на доходность, обусловленную арендными ставками, приводится в соответствие обусловленному ими спросу. Движущей силой рынка коммерческой недвижимости в этом отношении являются спрос (обусловлен состоянием конечных рынков, где действуют арендаторы) и предложение капитала. В действительности существует еще более общая закономерность, связанная с продолжительностью инвестиционно-строительного цикла, поскольку дополнительное предложение чаще всего (за исключением небольших объектов) на рынке коммерческой недвижимости обеспечивается вводимыми площадями. Инвесторы в большинстве случаев ускоряют завершение проекта, ориентируясь на возросшие арендные ставки, которые должны окупить удорожание строительства. Предложение в этом отношении действительно является неэластичным.

Поэтому наиболее корректным было бы рассматривать временные границы рынка коммерческой недвижимости как период инвестиционно-строительного цикла, в пределах

которого достигается определенное равновесие между спросом и предложением, формируемым кругом инвесторов с практически неизменным ядром. Учитывая их состав, а также существующие уже длительное время закономерности, можно говорить о сложившихся устойчивых связях.

Имеются, в общем представлении, инвесторы, предоставляющие капитал в форме коммерческой недвижимости арендаторам. Состав инвесторов определяет территориальные границы этого рынка, но в этом отношении также необходимо уточнение. Рынок коммерческой недвижимости большинства крупных городов был изолированным только до конца 2000-х г [5]. На смену этому пришло активное национальное движение капитала, диктовавшееся разницами арендных ставок и уровнем конкуренции между регионами. Объем накопленного капитала в столицах был достаточен, крупным банкам стало предоставляться долгосрочное финансирование. Поэтому крупнейшие девелоперы стали вести бизнес по всей России, сформировав альтернативную модель, в которой реализуются проекты с локальной адаптацией, но в соответствии с общими стандартами девелопера [6]. Это было своего рода адаптацией многонациональной стратегии для экспансии на локальные рынки коммерческой недвижимости регионов.

Стратегия национального девелопмента включает разработку концепции (обычно это обособленное проектное бюро в составе компании), приобретение земельного участка и возведение здания силами местных подрядчиков (девелопер оперирует только капиталом) с дальнейшим управлением дочерней компанией девелопера [7]. Обычно требования к управлению стандартизированы, контролируются головной управляющей компанией девелопера. Модель отличается от локальных девелоперов только масштабами. В финансовом отношении заемный капитал обслуживается денежным потоком уже реализованных проектов до вывода строящегося объекта в эксплуатационную фазу, когда поступлениями начинает покрываться часть вложенного капитала с достижением цели по денежному потоку, способному обеспечить дальнейшее строительство.

Помимо непрерывности строительства и возможности регулирования его темпов без потерь стратегического характера, возникающих при резких колебаниях рынка, достоинством «федеральной» стратегии девелопмента является высокий уровень диверсификации. Диверсификация позволяет не только управлять риском, снижая потери инвестора от снижения спроса (как следствие роста вакантных площадей и отложения завершения объектов на более поздний срок), но и позволяет формировать более доходный портфель вложений. Обеспечивается это большей свободой выбора географии и сегментов рынка, что в институциональном отношении соответствует восполнению упущений локальных девелоперов. Отдача на такие «сегментные» инвестиции выше в отсутствие аналогов концепций или даже категорий объектов, как следствие, конкуренции со стороны местных участников.

Определяя институциональные параметры рынка коммерческой недвижимости по товарному критерию, можно ограничиться лишь механизмом окупаемости инвестиций через сдачу в аренду возводимых объектов, что тождественно отнесению к этой сфере приобретения жилой недвижимости.

Коммерческая недвижимость отлична от других категорий функциональным назначением, проявляющимся в архитектурно-планировочных решениях, способствующих привлекательности объектов для конечных покупателей арендаторов либо ограничивающихся утилитарной ролью, как в складской недвижимости. Имеются различия конструкционного характера в размещении, подключаемых мощностях, условиях присоединения для арендаторов, перечне услуг и множестве других компонентов, удорожающих проект, требующих для его возведения особых компетенций, и поэтому не позволяющих рассматривать лишь приобретение недвижимости как единственный критерий ее отнесения к сегменту объектов коммерческого назначения.

Инвестор на этом рынке, принимая специфические риски создания концепции и повышенных (для некоторых сегментов) затрат на возведение, может рассчитывать на большую доходность, если эффективно «участвует» в прибыли арендаторов, способствуя ее достижению. Это позволяет иначе рассматривать продуктовые характеристики рынка коммерческой недвижимости (рис. 4).

Коммерческая недвижимость является фактором производства, ее назначение связано с целями бизнеса потенциального арендатора [9].

Поэтому ценность в общем понимании всегда следует из способности арендованной недвижимости создавать прибыль типичным для факторов производства сочетанием (его определяет инициатива бизнеса, конечным результатом объединения факторов является продукт).

Рис. 4. Товарные границы рынка коммерческой недвижимости
Fig. 4. Product boundaries of the commercial real estate market

Большинство факторов производства в классической экономике однородны (кроме земли, имеющей дифференцированную ренту). В действительности свойства многих факторов различаются, а недвижимость зачастую «встраивается» в конечный продукт.

Большое количество посетителей обеспечивает современный торговый центр, расположенный в районе с высоким трафиком [10]. Производство ведется бесперебойно, когда имеются необходимые ресурсы, возможность логистики. Доступность и загруженность транспортных развязок и железнодорожных путей определяет для арендатора ценность складов. Ценность для арендатора зависит от ожидаемой прибыли и формирует ставки. Она следует из соответствия назначения потребностям арендатора, а также индивидуальных свойств (эта совокупность факторов учитывается при оценке рыночной стоимости). Институциональное описание рынка коммерческой недвижимости может быть расширено через установление связей между ним и смежными отраслями в контексте создания «потребительской ценности» (в соответствии с концепцией М. Портера). Это дополнение исходного представления рынка имеет динамический аспект, оно приведено на рис. 5. Исходные компоненты создания ценности включаются в инвестиционно-строительный цикл на его различных этапах, по времени начала использования они неравноценны. Более существенно различие в свойствах этих компонентов ценности. Рынок строительных материалов достаточно обширен, является конкурентным, некоторые локальные девелоперы придерживаются вертикальной интеграции, предпочитая обеспечивать выпуск общестроительных материалов (чаще всего, бетонных плит и кирпича) силами дочерних компаний.

Поставщики этих ресурсов являются взаимозаменяемыми, цены устанавливаются на рыночных началах. Связи достаточно устойчивы (даже на уровне состава подрядчиков для некоторых девелоперов). Рынок капитала, при наличии влияния банков как более крупного бизнеса на девелоперов, также является конкурентным. Нормальной практикой девелопмента являются различные сочетания источников капитала (обычно в различных банках обеспечивается привлечение финансирования в зависимости от его срочности). Это ведет к удорожанию строительства, завышенная цена которого «переносится» в дальнейшем на арендные ставки, но является общей чертой большинства девелоперских компаний, обусловленной недостатком собственного капитала.

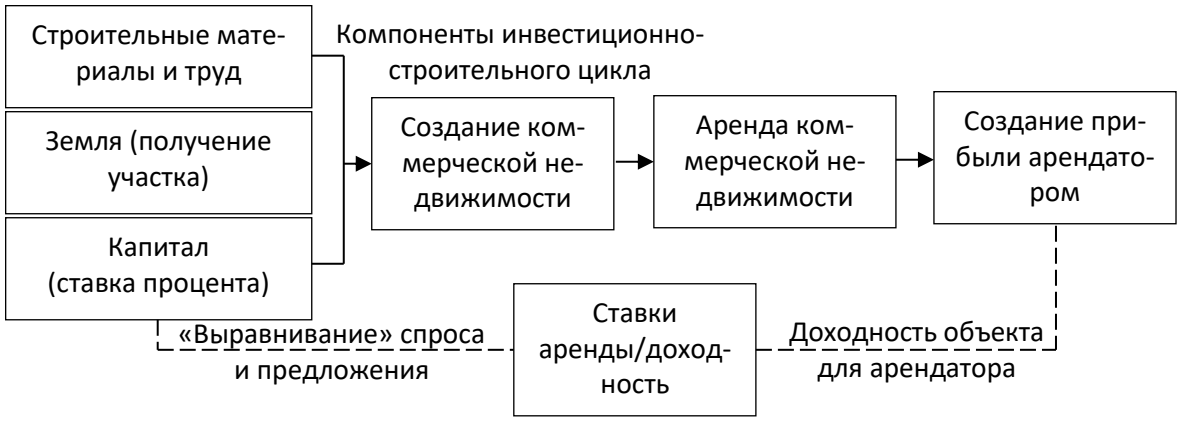


Рис. 5. Укрупненное представление институтов рынка коммерческой недвижимости при создании ценности
Fig. 5. An enlarged view of commercial real estate market institutions when creating value

Сам рынок капитала зависит от ряда макроэкономических факторов, сегодня преимущественное влияние оказывает монетарная политика. Рынок земли строится принципиально иначе не только в силу абсолютной неэластичности предложения и дифференциации ренты по месту расположения. Это рынок, где преобладает административное регулирование, включающее градостроительные планы, назначение участка, порядок его формирования, условия технологического присоединения и множество других составляющих. В очередности создания ценности и по характеру регулирования компонент земли выделяется среди институтов, формирующих начальные условия создания коммерческой недвижимости. По существу, он их задает не только свойствами земельных участков, но и административными ограничениями. Это одна из причин, в силу которых некоторые девелоперы стали предпочитать земельные участки, принадлежащие частным инвесторам, даже если они являются менее привлекательными.

Общая последовательность реализации этих процедур устанавливается нормами земельного и градостроительного законодательства. Выделению участка для возведения объекта предшествуют разработка документов планировки территории, за этим следует подготовка градостроительного плана. Сам земельный участок предоставляется на конкурсных условиях. Архитектурная часть проекта оценивается разрешением на строительство, техническая составляющая подтверждается разрешением на ввод в эксплуатацию. С точки зрения целей административных процедур, каждый из этапов является оправданным. В рыночном отношении это основной фактор увеличения продолжительности инвестиционно-строительного цикла, влияющий на доходность инвестированного капитала. На институциональном уровне определяющее значение имеет фактор неопределенности. Устранение административными средствами возможно только в рамках комплексного развития, но это больше соответствует жилой застройке. Коммерческий девелопмент за исключением отдельных проектов ориентирован на строительство единичных объектов. Это нерационально в архитектурном плане, нерационально распределяет нагрузки на коммуникации и условия технического присоединения, но объективно существует. Особенности участка (расположение, коммуникации) [11] в совокупности с административными правилами задают исходные условия девелопмента. Это означает, что данные компоненты создания ценности лежат вне рынка. Возможность повлиять на них через это и на конечный результат (объект коммерческой недвижимости), у девелопера отсутствует. Данная составляющая определяется как земельные отношения, имеющие преимущественно административный характер. Она в значительной мере статична. Развитие происходит в долгосрочном периоде, вслед за расширением городской агломерации, строительством микрорайонов и соединяющих их с основной частью города сетью транспортных магистралей [12]. Инвестор данный фактор может учитывать, но, в целом, формируется своеобразная «обратная связь» между смежными отраслями (рынок подряда и строительных материалов) и земельными отношениями. Реализуется она через конкретный проект (концепцию объекта) [13]. Типичная для девелопера последовательность его участия в создании ценности для рынка коммерческой недвижимости представлена на рис. 6.

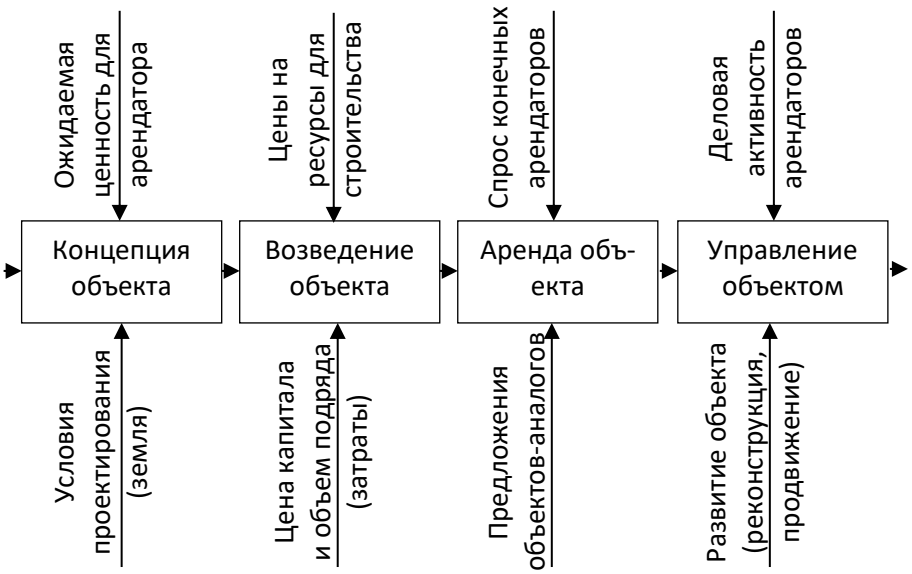


Рис. 6. Создание ценности девелопером
Fig. 6. Value creation by a developer

Институциональная роль девелопера состоит в наиболее эффективном использовании «статических» земельных отношений. Наибольшая эффективность понимается шире, чем в наиболее эффективном использовании (НЭИ) [14], поскольку учитывает временной фактор стоимости капитала, все доступные сочетания ресурсов, включая землю. Оценивая институциональную роль современных российских девелоперов, ее можно определить как среднесрочную, поскольку отказ от тактических решений продиктован как имеющимся опытом, так и продолжительностью инвестиционно-строительного цикла (развитие действующих объектов существует, но обеспечивает небольшой вклад в предложение на рынке коммерческой недвижимости).

Исключение долгосрочных ориентиров диктуется обычной целью девелопера, состоящей в немедленном достижении прибыли, наиболее предпочтительной стратегии в условиях низкой определенности рынка коммерческой недвижимости.

Девелопер мог бы осуществлять инвестиции в долгосрочное освоение перспективных участков, отказываясь от немедленного получения высоких арендных ставок, при условии достаточности собственного капитала и уверенности в долгосрочной отдаче на инвестиции. Эти две особенности составляют институциональные ограничения рынка коммерческой недвижимости.

Поскольку девелопер «связывает» ограниченное предложение земли с рынком аренды, он стремится действовать наиболее эффективно по отношению к ценности для арендатора через концепцию объекта.

Переменными являются не только позиционирование (целевой сегмент, особые атрибуты) [15] и архитектурно-планировочная составляющая, но и комплексный характер интеграции в городскую инфраструктуру, дополняемый сочетанием различных видов аренды по самому объекту, как продукт.

Техническая сторона возведения объекта связана с ценами на ресурсы и стратегией девелопера. Существует зависимость между контролируемой девелопером частью строительных работ и эффективностью. Безубыточность долгое время определялась выполнением части работ самим инвестором. Сегодня данная закономерность не имеет устойчивого характера, что является одной из причин расширения географических пределов рынка коммерческой недвижимости. Контроль бизнес-процессов участвующих в строительстве подрядчиков, действенные средства воздействия на них при нарушении графиков и более дешевый капитал делают эффективными проекты девелоперов национального уровня. Поэтому компонент интеграции, связанный с долей подрядных работ, следует отнести к индивидуальной стратегии девелопера.

Индивидуальным выбором инвестора определяется способ реверсии первоначального капитала в покрывающие инвестиции прибыль, в равной мере обеспечиваемую как непосредственным управлением, типичным для

локальных участников, так и учреждением подразделения, обеспечивающего управление в географическом сегменте, более характерном для федеральных девелоперов. Передача в управление также не исключена и может оказаться предпочтительной благодаря специализации и большому опыту занимающегося только взаимодействием с арендаторами участника рынка [16]. Способ установления связей между «основными» институтами рынка коммерческой недвижимости определяет уже непосредственно институциональный аспект его функционирования, представленный на рис. 7.

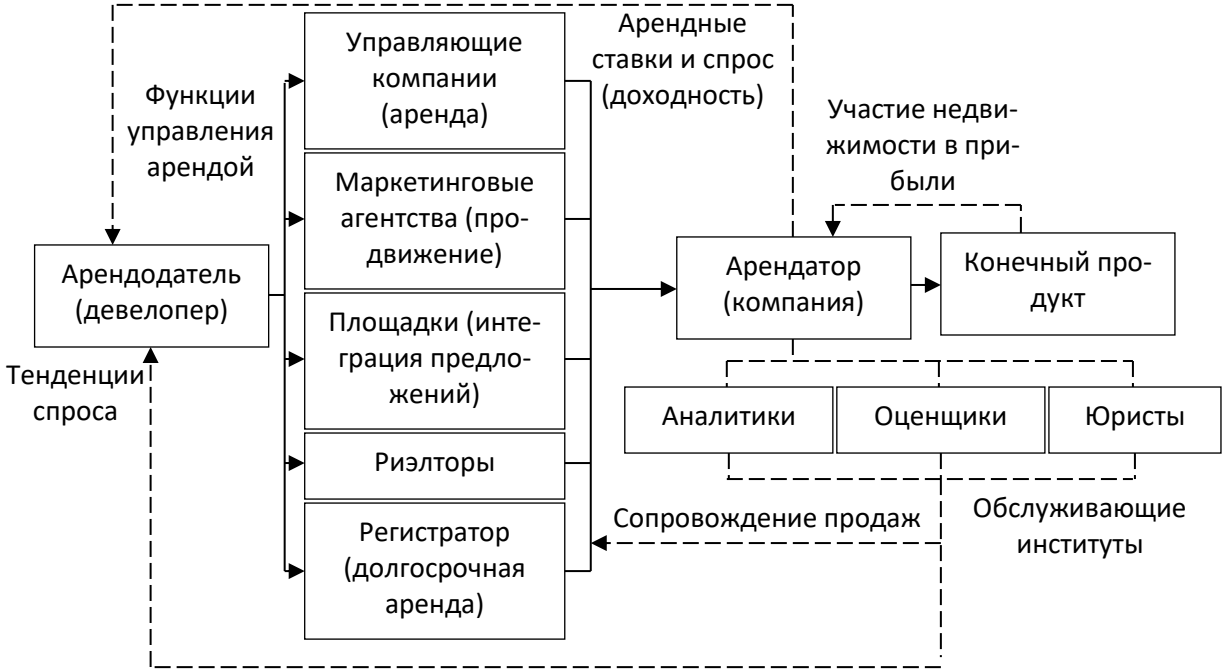


Рис. 7. Институты рынка коммерческой недвижимости
Fig. 7. Commercial real estate market institutions

Институты, составляющие рынок коммерческой недвижимости в его «классическом» представлении, могут быть сгруппированы по их функциям, хотя имеются различия в выполняемой ими роли. Арендодателем может выступать приобретший объект недвижимости инвестор, девелопер, непосредственно застройщик. Это институт предложения аренды, основной субъект обозначается как девелопер. Его цель (прибыль) достигается сдачей в аренду, обеспечиваемой непосредственно либо институтом управления арендой. Данная группа участников рынка обозначается именно так с позиций инвестора. Для него эффективное управления означает наименьший объем вакантных площадей [17], а не обслуживание недвижимости. Обеспечить это могут интегрирующие предложения ресурсы [18], привлекаемые девелопером маркетинговые агентства [19], посредники. Регистратор выступает институтом государства. Учитывая роль земельных отношений в предшествующем создании ценности, государство обозначается как единый институт, роль которого сводится к защите прав. Целью административного регулирования земельных отношений также является защита прав частных лиц от злоупотреблений при застройке. Поэтому защитная функция государства реализуется посредством административных предписаний как специфических возложений, на индивидуальном уровне для субъектов рынка неэффективных вследствие порождаемых их соблюдением затрат, но позволяющих этому рынку функционировать как механизму.

Ожидания арендатора всегда составляет прибыль, в достижение которой аренда включается как дифференцированный по свойствам фактор производства, концепцией либо иными функциональными характеристиками (зависит от сегмента), обеспечивающими вклад в достижение этой цели арендатора. Объяснение востребованности объектов коммерческой недвижимости этими причинами дает возможность объяснить существенные различия объектов по доле вакантных площадей и доходности [20]. Институт арендаторов формирует спрос на факторы производства, ценность недвижимости, помимо утилитарных свойств, «встраивается» благодаря

назначению и индивидуальным характеристикам, в конечный продукт, но последующее сохранение за арендатором тех же предпочтений неочевидно. Институт является наиболее многочисленным по субъектам, их запросы всегда являются усредненными.

Появляется необходимость в их оценке, устранении связей между институтами, составляющими основу рынка. Поскольку данный институт «восполняет» недостатки устанавливающихся связей, его функции не ограничиваются какой-либо группой участников рынка, несмотря на возможную специализацию (аналитика для инвесторов, юридическое обслуживание коммерческой аренды). Общее значение состоит в придании гибкости рынку коммерческой недвижимости, а для инвестора это еще и функция осведомленности о тенденциях. Данный компонент используется в перспективных девелоперских проектах.

Итоговый вариант институциональной модели представлен на рис. 8.

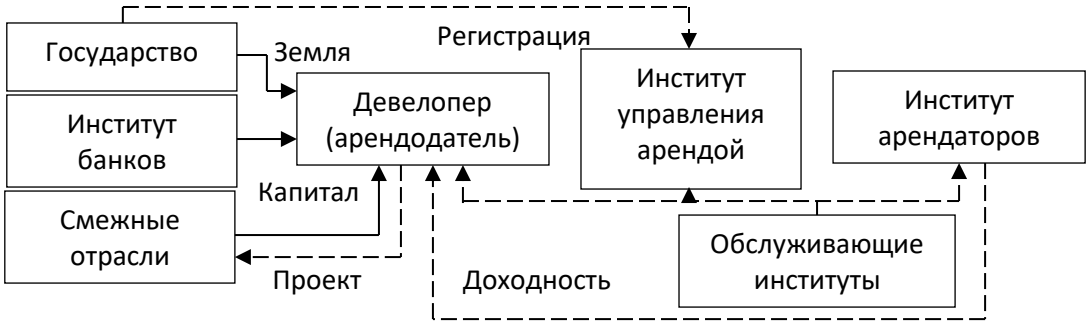


Рис. 8. Институциональная модель рынка коммерческой недвижимости
Fig. 8. Institutional model of the commercial real estate market

Смежные отрасли представлены застройщиками, производителями строительных материалов, проектировщиками, поставщиками смежных услуг в области строительства, саморегулируемыми и научно-исследовательскими организациями. Все они в совокупности обеспечивают возведение объекта. Специфическим образом на объекты влияет и государство через земельные отношения, поскольку эти требования определяют проект (концепцию) недвижимости. Вслед за этим формируется спрос девелопера на конкретные услуги в области строительства (объемы работ, строительных материалов, специализация застройщика). Роль девелопера в этом отношении является интегрирующей по отношению к возможностям, имеющимся при современных земельных отношениях, и удовлетворению спроса арендаторов на недвижимость как условие для ведения бизнеса.

Рынок капитала взаимосвязан с арендой коммерческой недвижимости. Основным поставщиком являются банки, поскольку ставки кредитования приближены к рыночным условиям. Действительный перечень субъектов института капитала значительно шире. Привлекать необходимое финансирование может девелопер и через фондовый рынок. В этом случае взаимосвязь формируется другая, основная закономерность неизменна. Сводится она к зависимости спроса на капитал и доходности, которая определяется циклом «выравнивания» спроса и предложения.

Очевидно, что цена капитала имеет значительное влияние как на спрос, так и на предложение на рынке коммерческой недвижимости. Цена капитала для девелоперов и арендаторов подвержена влиянию как общих, так и специфических факторов. Это объясняется в первую очередь тем, что бизнес по сдаче помещений в аренду отличается от бизнеса, арендующего эти помещения, а, следовательно, отличаются их риски и доходность, необходимая для компенсации этих рисков.

Рост стоимости капитала для девелопера обусловливает снижение доходности его инвестиций, что является фактором уменьшения предложения. Рост стоимости капитала для арендатора может снизить спрос на аренду недвижимости. А поскольку ставки аренды зависят от места расположения объекта, то такого рода сжатие рынка сузит и его географические границы. Согласно расчетам А.Б. Когана, российская отрасль «строительство» (по классификации Московской биржи) имеет коэффициент b^2 равный 0,839, а российская отрасль Real Estate (Development) (по классификации Standard Industrial Classification Codes) имеет

[2]Здесь говорится о коэффициентах, рассчитанных в соответствии с Capital Assets Pricing Model.

коэффициент b равный 0,818. Это означает, что девелопмент недвижимости довольно чутко реагирует на большинство колебаний экономики, повторяя их направленность. Это также означает, что минимальная доходность собственного капитала девелопера должна быть несколько ниже доходности российского рынка капитала. Создание финансовых инструментов, позволяющих снижать стоимость капитала, может активизировать предложение и спрос на рынке коммерческой недвижимости, а также расширить инфраструктуру. Схожий эффект может дать и субсидированное кредитование девелоперов (застройщиков) на рынке коммерческой недвижимости. Однако этот способ стимулирования рынка должен применяться с высокой степенью осмотрительности, поскольку может стимулировать разного рода искажения рынка. Данные институты объективно сложились на рынке коммерческой недвижимости. Безусловным недостатком является дефицит собственного капитала девелоперов, их ориентация на среднесрочный эффект, вынуждающая руководствоваться факторами «выравнивания» рынка без учета действительной стоимости капитала, поскольку в дальнейшем она переносится на арендные ставки, хотя для арендатора это снижает ценность предложения, ограничивая тем самым его деловую активность на конечном рынке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Временные институциональные границы определяются циклом «выравнивания» спроса и предложения, движущей силой для инвестора (арендодателя) является доходность аренды. Поскольку коммерческая аренда является фактором производства, долгосрочная привлекательность для института арендаторов определяется влиянием свойств арендуемой недвижимости на создаваемую прибыль.

2. Институты рынка коммерческой недвижимости формируются под влиянием особой последовательности создания ценности для арендатора, на которую влияют административные предписания, свойственные земельным отношениям и требованиям градостроительного проектирования, а также принятие инвестором риска создания концепции, дифференцирующей объект или территорию застройки по значимым для арендаторов функциональным свойствам.

3. Институциональные связи рынка коммерческой недвижимости формируются специализированными функциями поставщиков ресурсов, представленных группами смежных отраслей и банков. Влияние государства на смежные отрасли проявляется через земельные отношения. Институт капитала независим, существует взаимосвязь доходности аренды коммерческой недвижимости и спроса на капитал. Она реализуется в пределах цикла «выравнивания» спроса и предложения.

4. Влияние института капитала на рынок коммерческой недвижимости является неоднозначным. Девелопер в расчете на ускоренное завершение проекта может привлекать капитал нерационально. Для него это является меньшим риском, чем отложение проекта в условиях начинающегося экономического кризиса, поскольку непроизводительные затраты всегда могут быть перенесены на арендаторов через ставки, а невозможность заполнения объекта в условиях стагнации кроме снижения цены аренды порождает риск окупаемости проекта в целом. Перспективы разрешения данной проблемы связаны как с индивидуальными стратегиями девелоперов, так и с формированием общей тенденции к использованию большего объема собственного капитала в реализации строительных проектов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Туктарова Л.Р., Лунева С.Д. Влияние факторов внешней среды на уровень арендной платы рынка коммерческой недвижимости // Проблемы развития предприятий: теория и практика. 2022. № 1-1. С. 249–254. https://doi.org/10.46554/PEDTR-21-2022-1-pp.249. EDN: AUZOHR.
2. Панфилова А.А. Новые тенденции на отечественном рынке коммерческой недвижимости в условиях экономической нестабильности // Гипотеза. 2022. № 3 (20). С. 25–32. EDN: LBCYVP.
3. Кухалейшвили И.М. Проблемы складской недвижимости после введения санкций против компаний Российской Федерации // Экономика и управление: проблемы, решения. 2022. Т. 4. № 8 (128). С. 30–33. https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2022.08.04.005. EDN: VDACOZ.
4. Пирогова О.Е., Халецкая Д.А. Анализ рисков в сегменте коммерческой недвижимости на региональном рынке // Международный научный журнал. 2023. № 2 (89). С. 57–68. https://doi.org/10.34286/1995-4638-2023-89-2-57-68. EDN: HTMMJG.
5. Демченко А.М., Иванова Н.А. Обзор ситуации на рынке недвижимости // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 3. № 12 (141). С. 141–148. https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.12.03.016. EDN: BRLABN.

6. Верхотуров И.П., Матвеева М.В. Проблемы и перспективы рынка коммерческой недвижимости в современных условиях // Молодежный вестник ИрГТУ. 2022. Т. 12. № 1. С. 74–79. Режим доступа: http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2022/01/articles/10 (дата обращения: 10.04.2024). EDN: ILVXSC.
7. Злобина Л.В., Григораш Е.В., Повалюхина М.А. Девелопмент как управление коммерческой недвижимостью // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. 2022. № 2 (2). С. 22–24. EDN: CXERMW.
8. Роденя А.М. Коммерческая недвижимость: глобальные тренды и методика формирования рейтинга инвестиционных фондов // Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. 2023. № 1. С. 116–120. EDN: VURBPU.
9. Панфилова А.А. Современные тенденции инвестирования в сегменты рынка коммерческой недвижимости // Проблемы современной экономики. 2021. № 4 (80). С. 122–125. EDN: MJTUUP.
10. Довганева Ю.А., Пирогова О.Е., Погорелов Н.В. Методический подход к оценке конкурентоспособности объектов недвижимости предприятий ритейла // Глобальный научный потенциал. 2023. № 7 (148). С. 192–196. EDN: WIHWEA.
11. Булавинова О.В., Касмынина М.Г., Письменная Е.В. Экономические аспекты актуализации кадастровой стоимости земель: на примере г. Ставрополя // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 12. № 9-1. С. 207–214. https://doi.org/10.34670/AR.2022.31.90.059. EDN: NCDQIQ.
12. Кошкин В.С., Молочнюк А.А. Прогнозирование рыночной стоимости коммерческой недвижимости на основе показателей территориального и экономического развития территории г. Барнаула // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 1. С. 147–151. EDN: DUVUTY.
13. Бунеева Е.Ю., Безруких О.А., Зубрицкая К.Ю. Инвестиционные решения на рынке недвижимости с использованием инструментов снижения уровня финансовых рисков // Сибирская финансовая школа. 2023. № 1 (149). С. 72–80. https://doi.org/10.34020/1993-4386-2023-1-72-80. EDN: WYQAXA.
14. Головин Н.А., Азанова И.А., Балабаев В.Д., Гладких К.Д. Теоретические аспекты оценки коммерческой недвижимости // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 12-1 (94). С. 89–94. https://doi.org/10.24412/2411-0450-2022-12-1-89-94. EDN: GGJXOH.
15. Строганов И.А., Ковальчук А.Е. Анализ поведения потребителей рынка B2C для разработки маркетинговой стратегии компании // Человеческий капитал и профессиональное образование. 2022. № 2 (40). С. 80–87. EDN: SSDFLR.
16. Измайлов М.Г. Управление коммерческой недвижимостью: теоретический и методологический аспекты // Финансовый бизнес. 2023. № 8 (242). С. 106–108. EDN: CWCJHI.
17. Овчинников Я.А., Мишкина Е.В. Разработка управленческих решений, направленных на устранение проблемы высвобождения площадей торговых центров // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 3 (41). С. 114–117. https://doi.org/10.52684/2312-3702-2022-41-3-114-117. EDN: QMNCDC.
18. Измайлов М.Г. Инновационное развитие рынка коммерческой недвижимости как фактор устойчивого роста экономики // Финансовый бизнес. 2023. № 11 (245). С. 192–194. EDN: GMSKDT.
19. Калыгина В.В., Сухова Е.И. Инструментарий маркетингового онлайн-продвижения строительных компаний на российском рынке коммерческой недвижимости в современных условиях // Инновационная наука. 2022. № 8-1. С. 29–33. EDN: RCZEVO.
20. Халецкая Д.А., Пирогова О.Е. Исследование доходности торгового сегмента рынков коммерческой недвижимости Российской Федерации и Республики Беларусь // Международный научный журнал. 2022. № 2 (83). С. 15–30. https://doi.org/10.34286/1995-4638-2022-83-2-15-30. EDN: NIZBBC.

REFERENCES

1. Tuktarova L.R., Luneva S.D. Influence of Environmental Factors on the Level of Rent Commercial Real Estate Market. *Problemy razvitiya predpriyatii: teoriya i praktika = Problems of Enterprise Development: Theory and Practice.* 2022;1-1:249-254. (In Russ.). https://doi.org/10.46554/PEDTR-21-2022-1-pp.249. EDN: AUZOHR.
2. Panfilova A.A. New Trends in the Domestic Commercial Real Estate Market in Conditions of Economic Instability. *Gipoteza = Hypothesis*. 2022;3(20):25-32. (In Russ.). EDN: LBCYVP.
3. Kuhaleishvili I.M. Problems of Warehouse Real Estate After the Introduction of Sanctions Against Companies of the Russian Federation. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya = Economics and Management: Problems, Solutions.* 2022;4;8(128):30-33. (In Russ.). https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2022.08.04.005. EDN: VDACOZ.
4. Pirogova O.E., Khaletskaya D.A. Risk Analysis in the Commercial Real Estate Segment in the Regional Market. Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal = International Scientific Journal. 2023;2(89):57-68. (In Russ.). https://doi.org/10.34286/1995-4638-2023-89-2-57-68. EDN: HTMMJG.

5. Demchenko A.M., Ivanova N.A. Overview of the Situation on the Real Estate Market. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya = Economics and Management: Problems, Solutions.* 2023;3;12(141):141-148. (In Russ.). https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.12.03.016. EDN: BRLABN.
6. Verkhoturov I.P., Matveyeva M.V. Problems and Prospects of the Commercial Real Estate Market in Modern Conditions. *Molodezhnyi vestnik IRGTU = Young Researchers Journal of ISTU.* 2022;12;1:74-79. Available from: http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2022/01/articles/10 [Accessed 10th April 2024]. (In Russ.). EDN: ILVXSC.
7. Zlobina L.V., Grigorash E.V., Povalyukhina M.A. Development as Commercial Real Estate Management. *Voprosy upravleniya nedvizhimost'yu, zemleustroistva i geodezii = Issues of Property Management, Land Management and Geodesy.* 2022;2(2):22-24. (In Russ.). EDN: CXERMW.
8. Radenia A.M. Commercial Real Estate: Global Trends and Methods of Rating Investment Funds. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika = Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2023;1:116-120. (In Russ.). EDN: VURBPU.
9. Panfilova A.A. Present-Day Tendencies of Investing into The Segments of Commercial Real Estate. *Problemy sovremennoi ekonomiki = Problems of Modern Economics*. 2021;4(80):122-125. (In Russ.). EDN: MJTUUP.
10. Dovganeva Yu.A., Pirogova O.E., Pogorelov N.V. Methodological Approach to Assessing the Competitiveness of Real Estate Retail Enterprises. *Global'nyi nauchnyi potentsial = Global Scientific Potential.* 2023;7(148):192-196. (In Russ.). EDN: WIHWEA.
11. Bulavinova O.V., Kasmynina M.G., Pis'mennaya E.V. Economic Aspects of Updating the Cadastral Value of Land: on the Example of the City of Stavropol. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra = Economics: Yesterday, Today and Tomorrow.* 2022;12;9-1:207-214. (In Russ.). https://doi.org/10.34670/AR.2022.31.90.059. EDN: NCDQIQ.
12. Koshkin V.S., Molochnyuk A.A. Forecasting the Market Value of Commercial Real Estate Based on the Indices of Territorial and Economic Development of the City of Barnaul. *Vestnik molodezhnoi nauki Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Youth Science of Altai State Agrarian University.* 2023;1:147-151. (In Russ.). EDN: DUVUTY.
13. Buneeva E.Yu., Bezrukikh O.A., Zubritskaya K.Yu. Investment Decisions in the Real Estate Market Using Instruments to Reduce the Level of Financial Risks. *Sibirskaya finansovaya shkola = Siberian Financial School.* 2023;1(149):72-80. (In Russ.). https://doi.org/10.34020/1993-4386-2023-1-72-80. EDN: WYQAXA.
14. Golovin N.A., Azanova I.A., Balabaev V.D., Gladkikh K.D. Theoretical Aspects of Commercial Real Estate Valuation. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika = Economy and Business: Theory and Practice.* 2022;12-1(94):89-94. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2411-0450-2022-12-1-89-94. EDN: GGJXOH.
15. Stroganov I.A., Kovalchuk A.E. Analysis of Consumer Behavior of the B2C Market for the Development of the Company's Marketing Strategy. *Chelovecheskii kapital i professional'noe obrazovanie = Human Capital and Vocational Education.* 2022;2(40):80-87. (In Russ.). EDN: SSDFLR.
16. Izmailov M.G. Commercial Real Estate Management: Theoretical and Methodological Aspects. *Finansovyi biznes = Financial Business*. 2023;8(242):106-108. (In Russ.). EDN: CWCJHI.
17. Ovchinnikov Ya.A., Mishkina Ye.V. Development of Management Solutions Directed at Eliminating the Problem of Breaking Up the Space of Shopping Centers. *Inzhenerno-stroitel'nyi vestnik Prikaspiya = Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region.* 2022;3(41):114-117. (In Russ.). https://doi.org/10.52684/2312-3702-2022-41-3-114-117. EDN: QMNCDC.
18. Izmailov M.G. Innovative Development of the Commercial Real Estate Market as a Factor of Sustainable Economic Growth. *Finansovyi biznes = Financial Business.* 2023;11(245):192-194. (In Russ.). EDN: GMSKDT.
19. Kalygina V.V., Suhova E.I. Online Marketing Tools for Construction Companies in the Russian Commercial Real Estate Market in Modern Conditions. *Innovatsionnaya nauka = Innovative science.* 2022;8-1:29-33. (In Russ.). EDN: RCZEVO.
20. Haleckaya D.A., Pirogova O.E. Research of Profitability of the Commercial Segment of the Commercial Real Estate Markets of the Russian Federation and the Republic of Belarus. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal = International Scientific Journal*. 2022;2(83):15-30. (In Russ.). https://doi.org/10.34286/1995-4638-2022-83-2-15-30. EDN: NIZBBC.

Информация об авторах

Бурденюк Евгений Николаевич,
аспирант,
Новосибирский государственный университет экономики и управления,
630099, г. Новосибирск, ул. Каменская, 56
Россия,
✉e-mail: bur@otelit.ru
https://orcid.org/0009-0004-9248-6278

Information about the authors

Evgeniy N. Burdenyuk,
Postgraduate Student,
Novosibirsk State University of Economics and Management,
56, Kamenskaya St., Novosibirsk, 630099, Russia,
✉e-mail: bur@otelit.ru
https://orcid.org/0009-0004-9248-6278

Коган Антон Борисович,
д.э.н., профессор кафедры экономики предпринимательской деятельности и логистики,
Новосибирский государственный университет экономики и управления.
630099, г. Новосибирск, ул. Каменская, 56
Россия,
e-mail: a.b.kogan@edu.nsuem.ru
https://orcid.org/0000-0003-2188-0898
Author ID: 345834

Anton B. Kogan,
Dr. Sci. (Econ.), Professor
of the Department of Business Economics and Logistics,
Novosibirsk State University of Economics and Management.
56, Kamenskaya St., Novosibirsk, 630099, Russia,
e-mail: a.b.kogan@edu.nsuem.ru
https://orcid.org/0000-0003-2188-0898
Author ID: 345834

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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.

Conflict of interests

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

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

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 28.02.2024.
Одобрена после рецензирования 11.03.2024.
Принята к публикации 14.03.2024.

Information about the article

The article was submitted 28.02.2024.
Approved after reviewing 11.03.2024.
Accepted for publication 14.03.2024.

Научная статья
УДК 332.025:339.544+339.564
EDN: POJYEC
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-258-267

Результативность региональных мер поддержки экспорта и влияние на инвестиции

А.П. Киреенко[1]✉, С.К. Содномова[2]
[1]Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия
[2]Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Регионы являются активными участниками внешнеэкономической деятельности, их вклад в общие объемы экспорта немаловажен, в связи с этим, анализ данных об объемах и структуре экспорта и инвестиций является важным шагом для определения эффективности мер поддержки и разработки стратегии дальнейшего развития. Анализ научных публикаций показывает, что сочетание инвестиции и государственной поддержки играет важную роль в стимулировании экспорта. В статье исследуется действенность мер поддержки экспорта на региональном уровне и взаимосвязь с инвестициями. Проведено сравнение статистических данных экспорта, инвестиций и государственных мер поддержки с 2012 по 2022 г. Рассмотрены результаты деятельности Центра поддержки экспорта Иркутской области по следующим направлениям: поддержка экспортеров в заключении экспортных контрактов, стимулирование экспортной деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства, вовлечение во внешнеэкономическую деятельность новых экспортеров и содействие в диверсификации экспорта. Данные об увеличении доли несырьевых неэнергетических товаров в структуре экспорта региона подтверждают эффективность мер его поддержки. Результаты деятельности центра поддержки экспорта указывают на его растущую популярность и эффективность. Увеличение числа экспортеров и объема экспортных контрактов свидетельствует о положительном влиянии мер поддержки на развитие экспортного сектора и повышение конкурентоспособности региональной экономики. Рассмотрев три основных драйвера экономического роста – потребительский спрос, экспорт и инвестиции, можно сделать вывод, что региональные власти имеют рычаги влияния на последние два фактора.

Ключевые слова: динамика экспорта, структура экспорта, видовая структура инвестиций, меры поддержки экспорта, несырьевой неэнергетический экспорт, Центр поддержки экспорта Иркутской области

Для цитирования: Киреенко А.П., Содномова С.К. Результативность региональных мер поддержки экспорта и влияние на инвестиции // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 258–267. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-258-267. EDN: POJYEC.

Original article

Efficiency of regional export support measures and their influence on investments

Anna P. Kireenko[1]✉, Svetlana K. Sodnomova[2]
[1]Irkutsk National Research University, Irkutsk, Russia
[2]Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

Abstract. Regions are active participants of foreign economic activity, with their contribution to the total export being significant. Therefore, data analysis of the volume and structure of exports and investments is important for determining the efficiency of support measures and for elaborating a further development strategy. A review of scientific sources demonstrates the role of investment and government support in stimulating exports. This article examines the efficiency of regional export support measures and their correlation with investments. Statistical data on exports, investments, and government support measures from 2012 to 2022 is compared. The research demonstrates the performance of the Irkutsk Region Export

Support Center in the following spheres: in supporting exporters in concluding export contracts, in stimulating export activities of small and medium-sized enterprises, in engaging new exporters in foreign economic activities, as well as in promoting export diversification. Data on the increase in the share of non-resource, non-energy goods in the structure of the region exports confirms the efficiency of the undertaken supporting measures. The performance of the Export Support Center indicates its increasing popularity and efficiency. Moreover, the increasing number of exporters and the volume of export contracts demonstrates the positive impact of supporting measures on the export sector development and regional economy competitiveness. After considering the three main drivers of economic performance, i.e., consumer demand, exports, and investment, it can be concluded that the regional authorities use levers of influence over the latter two factors.

Keywords: export dynamics, export structure, type of investment, government support of export, non-primary non-energy products, Export Support Center of the Irkutsk region

For citation: Kireenko A.P., Sodnomova S.K. Efficiency of regional export support measures and their influence on investments. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):258-267. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-258-267. EDN: POJYEC.

ВВЕДЕНИЕ

Поддержка экспорта и инвестиций в регионе имеет стратегическое значение для его экономического развития. Поэтому важно создавать благоприятные условия для развития экспорта и привлечения инвестиций в регионе, такие как улучшение инвестиционного климата, содействие малому и среднему бизнесу, обеспечение доступа к финансовым ресурсам и технологиям.

В Российской Федерации поддержка экспорта осуществляется как на федеральном, так и региональном уровнях.

Регионы являются активными участниками внешнеэкономической деятельности (ВЭД), и их вклад в общие объемы экспорта немаловажен, в связи с этим, анализ данных об объемах и структуре экспорта и инвестиций являются важным шагом для определения эффективности мер поддержки и разработки стратегии дальнейшего развития.

Каждый регион заинтересован в обеспечении благоприятных условий для продвижения отечественных товаров на международный уровень.

При этом необходима разработка и внедрение долгосрочных региональных программ поддержки внешнеторгового сектора, так как без активной помощи со стороны государства и региональных властей продвижение собственной продукции на международный рынок весьма затруднительно.

Это обусловливает необходимость исследования региональной структуры экспорта как одного из важнейших факторов регионального развития.

Целью статьи является определение действенности мер поддержки экспорта на региональном уровне. Статья организована следующим образом:

1. Представлен анализ публикаций, посвященных взаимосвязи инвестиций и государственной поддержки, что играет важную роль в стимулировании экспорта.

2. Проведено сравнение статистических данных экспорта, инвестиций и государственных мер поддержки экспорта.

3. Выводы и рекомендации по результатам исследования.

Обзор литературы

Исследования эффективности мер поддержки экспорта всегда были в фокусе внимания зарубежных исследователей [1]. В научной литературе, посвященной стимулированию экспорта, выявлен ряд факторов, которые могут повлиять на решение компании о выходе на экспортный рынок. Исследования разных лет [2, 3] показали, что неэкспортеры в первую очередь мотивированы традиционными бизнес-целями и желанием минимизировать риски на внутреннем рынке.

Стимулирование экспорта варьируется в зависимости от уровня развития и отраслевой специфики стран. Так, в Европе рост, ориентированный на экспорт, стимулируется специализацией на продукции с высокой добавленной стоимостью и диверсификацией между партнерами при относительной концентрации экспорта в сторону стран с более высокими темпами роста [4]. Стимулирование экспорта в Китае связано с субсидированием, в том числе субсидиями по налогу на добавленную стоимость для чистых экспортеров [5]. Эти субсидии, наряду с такими мерами, как налоговые льготы и беспошлинный импорт, способствовали впечатляющим показателям экспорта

страны [6]. Ряд исследований [7, 8] подчеркивают важность государственной политики и финансовых стимулов в продвижении экспорта. Современные авторы предлагают системный подход к развитию экспортного потенциала страны, подчеркивая необходимость определенной последовательности в процессе реализации [9].

Среди факторов, стимулирующих рост экспорта, выделяется положительное влияние прямых иностранных инвестиций (ПИИ) [10]. Авторы нескольких исследований пришли к выводу, что приток ПИИ связан с более высоким экспортом. Например, отмечается, что стратегии стимулирования экспорта привлекают более продуктивные ПИИ [11], а также, что ПИИ потенциально могут улучшить качество экспорта в развивающихся странах [12]. Этот вывод дополняется указанием на роль ПИИ в повышении конкурентоспособности и совершенствования экспорта [13] и содействии его диверсификации [14]. Все это в совокупности подчеркивает важную роль ПИИ в стимулировании и наращивании экспорта. В ряде исследований представлена взаимосвязь между ПИИ и региональным стимулированием экспорта. Исследование, проведенное в Китае [15] и США [16] показывает, что ПИИ и расширение экспорта стимулирует экономический рост, а также ПИИ способствует росту доходов в регионе [17].

Работы отечественных экономистов об анализе инструментов и мер поддержки экспорта появились относительно недавно. Исследователи сходятся во мнении, что предстоит работа по совершенствованию деятельности институтов поддержки экспорта, необходимости изучения, систематизации и обобщения опыта регионов [18–21].

Рассмотренные исследования показывают, что сочетание инвестиции и государственной поддержки играют важную роль в стимулировании экспорта.

МЕТОДЫ

При проведении исследования были использованы как общелогические методы (анализ публикаций, сравнение, обобщение), так и методы эмпирического исследования (описание, измерение и анализ статистических данных). Данные анализировались по трем основным направлениям. Во-первых, исследование экспорта на региональном уровне проведено в разрезе его общих объемов, которые отражают динамику и потенциал экспортной деятельности Иркутской области, а также структуры экспорта и доли несырьевого неэнергетического экспорта в общих объемах по данным официального сайта Сибирского таможенного управления, данные о количестве экспортеров по данным официального сайта Министерства экономического развития и промышленности Иркутской области. Во-вторых, были рассмотрены динамика и структура инвестиции по данным Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Иркутской области. В-третьих, изучены результаты деятельности Центра поддержки экспорта (ЦПЭ) Иркутской области по данным официального сайта Центра поддержки экспорта Иркутской области

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим основные данные о поддержке и динамике экспорта и инвестиций в Иркутской области.

По состоянию на 2022 г. в Иркутской области осуществляют внешнеэкономическую деятельность 615 экспортеров, из которых 583 субъекта малого и среднего предпринимательства (МСП) и 32 крупных предприятий-экспортеров. Большая часть стоимостных объемов несырьевого неэнергетического экспорта (ННЭ) приходится на крупные предприятия, затем на микро-предприятия, малые и средние предприятия[1]. Объемы экспорта Иркутской области с 2012 по 2021 г. существенно колебались под влиянием различных факторов, включая кризисные события и пандемию COVID-19 (рис. 1). Однако, положительная динамика 2021 г. свидетельствует о потенциале развития. В структуре экспорта Иркутской области с 2018 по 2021 г. преобладают несырьевые неэнергетические товары (рис. 2), что может указывать на стремление региона к разнообразию экспорта и сокращению зависимости от сырьевых ресурсов. Основная часть товаров в несырьевом неэнергетическом сегменте относится к продукции начальной степени переработки с низкой добавленной стоимостью. Доля продукции нижнего передела составляет 63,7 %, включая такие товары, как алюминий и его сплавы, пиломатериалы и золото. Товары среднего передела занимают 32,5 % и в них входят такие продукты, как сульфатная целлюлоза и алюминиевая проволока. Товары верхнего передела составляют 3,7 % к ним относятся авиатехника, оборудование, оптические приборы, медицинская техника, кабельная продукция, крафт-бумага и крафт-картон. С 2018 по 2021 г. стоимостные объемы экспорта несырьевых неэнергетических товаров в

[1]Официальный сайт Министерства экономического развития и промышленности Иркутской области. Режим доступа: https://irkobl.ru/sites/economy (дата обращения: 15.01.2024).

Иркутской области выросли на 1167,3 млн долл. США (или на 26,3 %). В 2021 г. был достигнут рекордный показатель экспорта ННЭ в размере 5,6 млрд руб., что подтверждает успешное развитие и рост экспортного сектора региона.

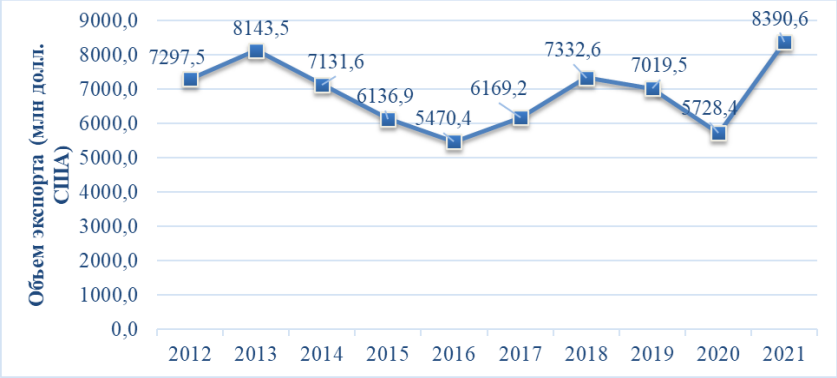


Рис. 1. Динамика объемов экспорта Иркутской области с 2012 по 2021 г., млн долл. США по данным Сибирского таможенного управления[2]
Fig. 1. Export volume dynamics in the Irkutsk region 2012–2021, million US dollars according to the Siberian Customs Administration

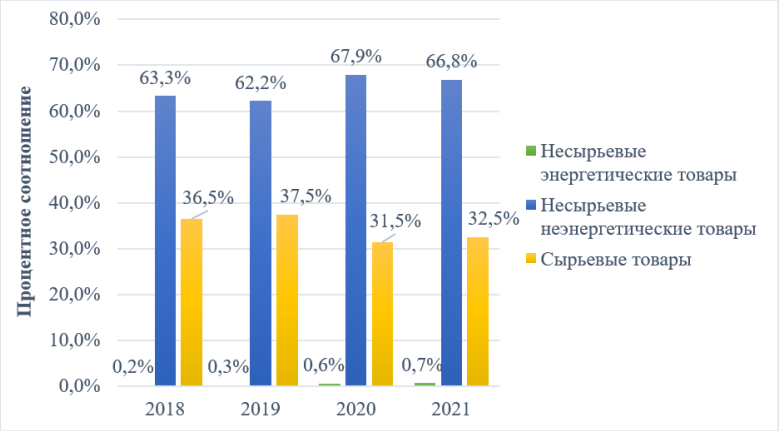


Рис. 2. Структура экспорта Иркутской области с 2018 по 2021 г. по категориям: сырьевые товары, несырьевые энергетические товары, несырьевые неэнергетические товары, % (по данным Сибирского таможенного управления)
Fig. 2. Export structure in the Irkutsk region 2018–2021, by categories: primary goods, non-commodity energy goods, non-commodity non-energy goods, % (according to the Siberian Customs Administration)

Увеличении доли ННЭ в структуре экспорта региона говорит об эффективности поддержки экспорта.

Рассмотрим результаты деятельности ЦПЭ Иркутской области по следующим направлениям:

– поддержка экспортеров в заключении экспортных контрактов;

– стимулирование экспортной деятельности субъектов МСП;

– вовлечение во внешнеэкономическую деятельность новых экспортеров;

– содействие МСП в диверсификации направлений ВЭД.

Поддержка экспортеров в заключении экспортных контрактов

В 2020 г. при взаимодействии с ЦПЭ было заключено 27 экспортных контрактов экспортерами на общую сумму 19 млн долл. США. Уже в 2021 г., благодаря деятельности ЦПЭ Иркутской области, количество экспортеров, заключивших контракты при содействии ЦПЭ, значительно увеличилось и составило 73 экспортера.

[2]Официальный сайт Сибирского таможенного управления. Режим доступа: https://stu.customs.gov.ru (дата обращения: 15.01.2024).

Общая сумма экспортных контрактов также существенно возросла и достигла 44,4 млн долл. США. В 2022 г. в результате совместной работы 78 субъектов МСП заключили контракты на сумму 33,5 млн долл. США. Это свидетельствует о продолжающемся росте в объеме экспортных контрактов при активной поддержке ЦПЭ.

За три года наблюдается значительное увеличение числа экспортеров, заключивших контракты при поддержке ЦПЭ. Количество таких экспортеров выросло на 51 (в три раза). Кроме того, сумма экспортных контрактов также возросла на 14,5 млн долл. США – с 19 млн долл. США в 2020 г. до 33,5 млн долл. США в 2022 г.

Стимулирование экспортной деятельности субъектов МСП

Увеличение числа экспортеров и объема экспортных контрактов свидетельствует о положительном влиянии ЦПЭ на развитие экспортного сектора и повышение конкурентоспособности региональной экономики.

Несмотря на санкционное давление, производимые в регионе товары и предлагаемые услуги продолжают пользоваться спросом, в том числе за рубежом.

Эффективность работы ЦПЭ можно продемонстрировать на примере налоговых доходов: на каждый рубль, потраченный ЦПЭ в 2022 г., вернется 56,4 руб. в виде налогов в бюджеты всех уровней.

Вовлечение во внешнеэкономическую деятельность новых экспортеров

Количество МСП, которые впервые заключили экспортный контракт, выросло с 16 в 2020 г. до 48 в 2022 г. (увеличение в три раза). В 2022 г. услугами регионального ЦПЭ воспользовались 500 предпринимателей из Иркутской области. Это количество превышает показатель 2021 г. на 7 % (в 2021 г. ЦПЭ воспользовались 464 МСП). За 2023 г. МСП заключили 55 экспортных контрактов, то есть уже вышли на международный уровень и возят иркутские товары на зарубежные рынки, география которых насчитывает 13 стран. Увеличение числа МСП, заключивших экспортные контракты, свидетельствует о росте интереса и активности предпринимателей в сфере экспорта.

Содействие МСП в диверсификации направлений ВЭД

В 2022 г. при поддержке центра «Мой бизнес» 57 предпринимателей региона приняли участие в международных выставочно-ярмарочных мероприятиях в России, Беларуси, Казахстане, Монголии, Индонезии, ОАЭ и Узбекистане. Также были организованы бизнес-миссии в Узбекистан, Казахстан, Беларусь, Монголию. Принимали из Ирана, Монголии, Вьетнама, Таджикистана, Узбекистана, что в свою очередь поспособствовало заключению новых контрактов. Направления и структура поддержанного экспорта субъектов малого и среднего бизнеса (СМСБ) представлены на рис. 3.

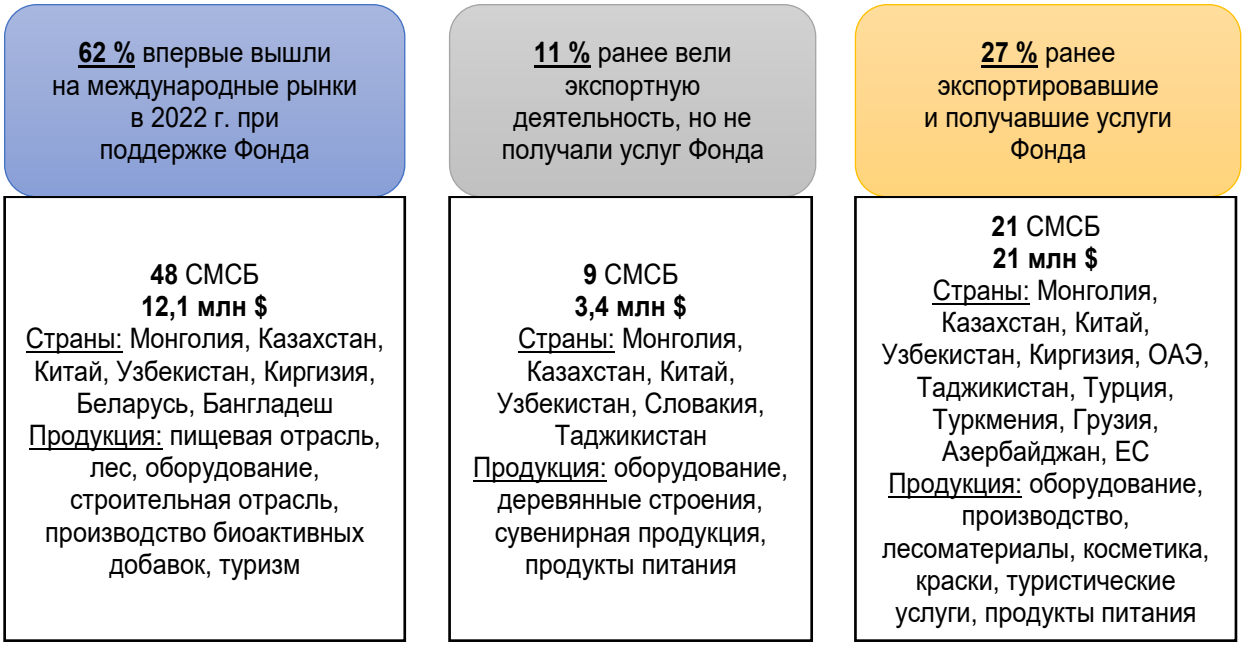


Рис. 3. Направления и структура поддержанного экспорта субъектов малого и среднего бизнеса

Fig. 3. Supported exports of small and medium-sized businesses directions and structure

Экспортная поддержка оценивается по двум показателям:

– объем поддержанного экспорта;

– количество поддержанных экспортеров.

Результаты сравнения плановых и фактических значений за 2022 г. свидетельствуют о результативной поддержке экспорта на региональном уровне (таблица).

Оценка результативности поддержки экспорта Иркутской области в 2022 г.
Assessment of the effectiveness of export support in the Irkutsk region, 2022

Показатели	План	Факт
Объем поддержанного экспорта., млн долл. США	26	62
Количество поддержанных экспортеров., шт.	33,5	72

К сожалению, нет возможности проследить то, как меры поддержки экспорта и его рост и диверсификация связаны с ПИИ, так как согласно ФЗ №402 –ФЗ «О бухгалтерском учете», приказу Росстат от 25.09.2013 № 382 «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за иностранными инвестициями и финансовыми вложениями», форма № 1-Инвест «Сведения об инвестициях в Россию из-за рубежа и инвестициях из России за рубеж», с 01.01.2014 г. отменена.

Попробуем провести анализ данных о динамике и структуре инвестиций в целом. Резкий рост инвестиций в 2022 г. может быть связан с увеличением экспорта в 2021 г. и появлением у предприятий инвестиционных ресурсов (рис. 4).

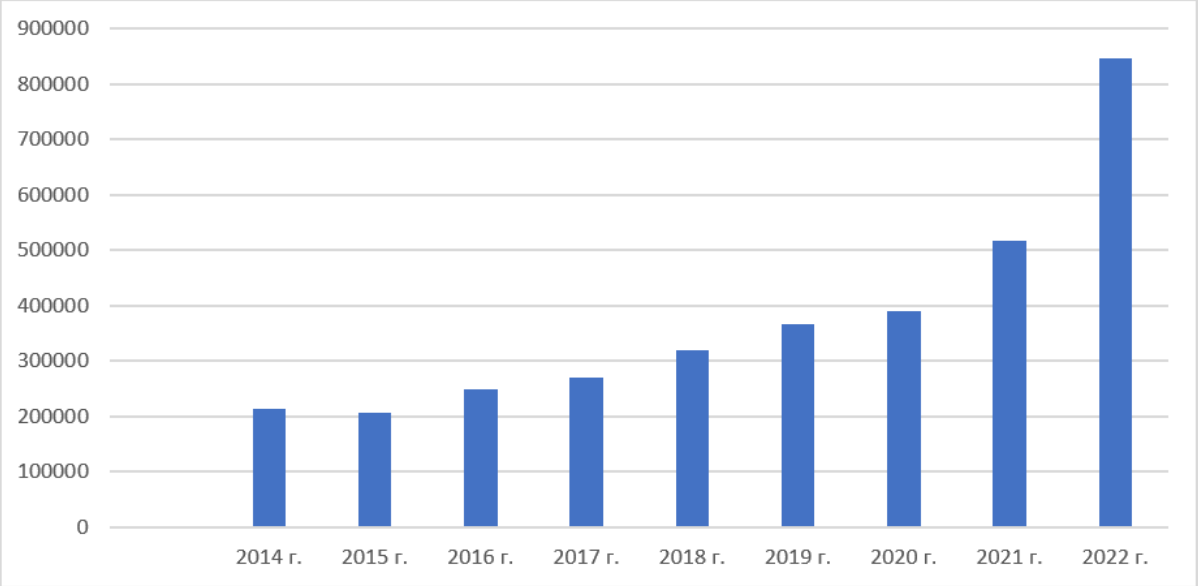


Рис. 4. Динамика объемов инвестиций в Иркутской области с 2014 по 2022 г., млн руб. (по данным Иркутскстат[3])
Fig. 4. Investment volume dynamics in the Irkutsk region, 2014–2022, million rubles. (according to Irkutskstat)

Однако, данные о структуре инвестиций демонстрируют негативную тенденцию снижения доли инвестиций в машины, оборудование и транспортные средства, при существенном росте инвестиций в здания и сооружения (рис. 5). Это может негативно сказаться на дальнейших перспективах развития промышленности и несырьевого экспорта. Определенную роль в снижении инвестиций в машины, оборудование и транспортные средства играет недостаток финансовой поддержки технологических вложений.

Так, многие экспортеры указывают на недостаток финансовой поддержки.

Объем субсидий за 2023 г. на возмещение части затрат на уплату лизинговых платежей получили только четыре организации на сумму 3.31 млн руб.

[3]Интернет-портал Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области. Режим доступа: https://38.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/inv_ok_3kv_23_.html (дата обращения: 15.01.2024).

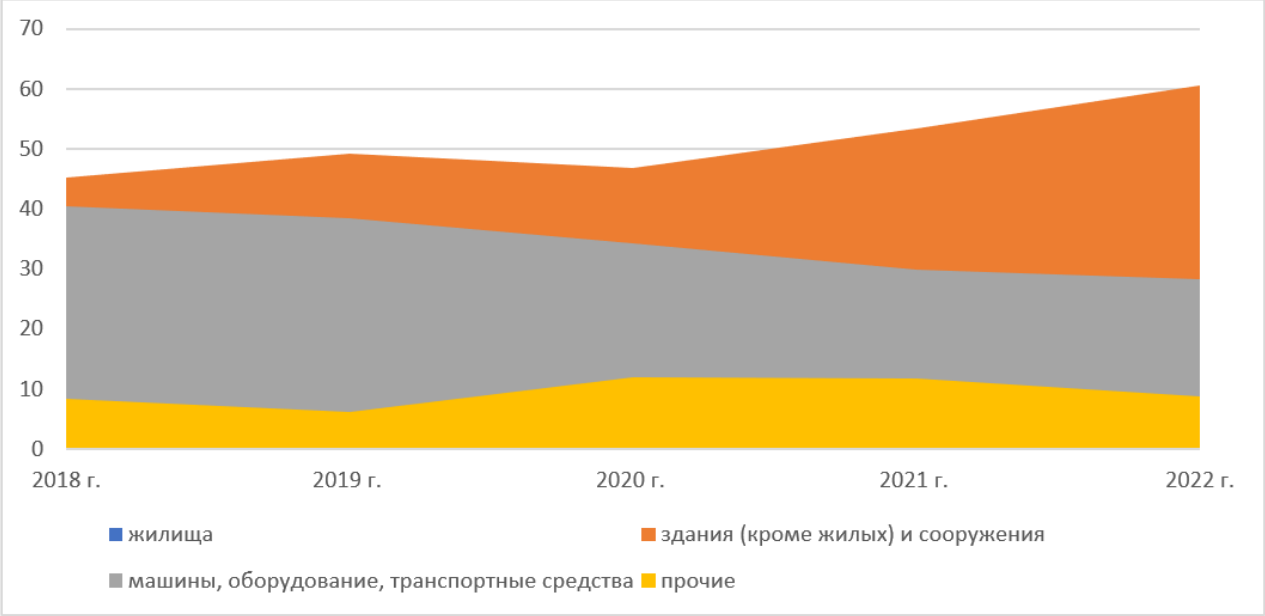


Рис. 5. Видовая структура инвестиций в основной капитал в Иркутской области с 2014 по 2022 г., млн руб. (по данным Иркутскстат)
Fig. 5. Investments in fixed capital structure by type in the Irkutsk region, 2014–2022, million rubles

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках реализации государственной политики экспорта в регионе достаточно активно реализуются программы поддержки экспорта. Анализ структуры экспорта по категориям свидетельствует о стремлении Иркутской области увеличить долю несырьевых неэнергетических товаров, а также повысить уровень их переработки, что позволяет региону диверсифицировать экономику, создавать рабочие места и повышать добавленную стоимость продукции. Результаты анализа статистических данных свидетельствуют о значимом вкладе Иркутской области в международную торговлю и подчеркивают ее потенциал в несырьевом секторе экономики.

Увеличение общего числа предприятий, воспользовавшихся услугами ЦПЭ, а также результаты его деятельности указывают на растущую популярность и его эффективность работы в регионе.

Это является положительным сигналом для развития экспортного потенциала Иркутской области и общего экономического роста. Важно продолжать развивать промышленность, повышать качество и конкурентоспособность товаров, а также искать новые возможности для экспорта и расширения международного сотрудничества.

Анализ объемов ННЭ показал положительную тенденцию увеличения объемов ННЭ, тем самым можно сделать вывод об улучшении предоставляемых мер поддержки экспортерам и работы институтов поддержки экспорта.

Вместе с тем было выявлено несколько проблем, связанных с продвижением экспортно-ориентированных предприятий на зарубежные рынки.

Это ограниченный доступ к финансированию. ННЭ требует значительных инвестиций в исследования и разработки, модернизацию производственных мощностей, сертификацию и продвижение продукции на зарубежных рынках.

Предприятия, особенно МСП, могут сталкиваться с ограниченным доступом к финансированию.

Для решения этой проблемы следует облегчить им доступ к коммерческим кредитам и инвестиционным источникам.

Предлагается систему доступа к ресурсам сделать единой, понятной и доступной, исключив дублирование функций, инвестировать в развитие транспортной инфраструктуры для оптимизации процессов поставок и увеличения конкурентоспособности ННЭ российской продукции на международных рынках.

Рассмотрев три основных драйвера экономического роста – потребительский спрос, экспорт и инвестиции, можно сказать, что региональные власти имеют рычаги влияния на последние два фактора.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Catanzaro A., Messeghemm K., Sammut S. Effectiveness of Export Support Programs: Impact on the Relational Capital and International Performance of Early Internationalizing Small Businesses // Journal of Small Business Management. 2019. Vol. 57. Iss. 2. P. 436–461. https://doi.org/10.1111/jsbm.12489.
2. Leonidou L.C. Export Stimulation Research: Review, Evaluation and Integration // International business review. 1995. Vol. 4. Iss. 2. P. 133–156. Режим доступа: https://ideas.repec.org/a/eee/iburev/v4y1995i2p133-156.html (дата обращения: 10.01.2024).
3. Williams D.A. Export Stimulation of Micro-and Small Locally Owned Firms from Emerging Environments: New Evidence // Journal of International Entrepreneurship. 2008. Vol. 6. P. 101–122. https://doi.org/10.1007/s10843-008-0022-x.
4. Ribeiro A.P., Carvalho V., Santos P. Export-Led Growth in The EU: Where and What to Export? // The International Trade Journal. 2016. Vol. 30. Iss. 4. P. 319–344. https://doi.org/10.1080/08853908.2016.1197806.
5. Defever F., Riano A. China's Pure Exporter Subsidies // CESifo Working Paper Series. 2012. Iss. 4054. P. 1–47. http://doi.org/10.2139/ssrn.2204978.
6. Jun Ma Export Promotion Strategies // The Chinese Economy in the 1990s. Studies on the Chinese Economy. London: Palgrave Macmillan, 2000. P. 117–133. https://doi.org/10.1057/9780230288317_7.
7. Mazhar S.S., Khan F.S., Rehman A. A Detailed Study of Changing Foreign Trade Pattern of India Before Pre-Liberisation Era and Impact of Foreign Exchange Reserve on India's Foreign Trade // International Monetary System: Past, Present and Future. New Delhi: Regal Publications, 2016. P. 199–209. Режим доступа: https://ssrn.com/abstract=2955259 (дата обращения: 12.01.2024).
8. Shekhar S. The Financial Export Incentives and Its Materiality to India's Export Promotion // Research Journal of Economics and Business Studies. 2018. Vol. 7. Iss. 9. P. 1–5. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/334720974_The_Financial_Export_Incentives_and_Its_Materiality_to_India's_Export_Promotion (дата обращения: 09.01.2024).
9. Dooranov A., Asanova A., Zhumaliyeva Z., Pyroh O. Instruments for the Development of the Country's Export Potential // Linguistics and Culture Review. 2021. Vol. 5. Iss. S4. P. 1819–1829. http://doi.org/10.21744/lingcure.v5nS4.1862.
10. Mijiyawa A.G. Does Foreign Direct Investment Promote Exports? Evidence from African Countries // The World Economy. 2017. Vol. 40. Iss. 9. P. 1934–1957. https://doi.org/10.1111/twec.12465.
11. Greenaway D., Kneller R., Zhang X. The Effect of Exchange Rates On Firm Exports and The Role of FDI // Review of World Economics. 2012. Vol. 148. Iss. 3. P. 425–448. http://doi.org/10.1007/s10290-012-1129-y.
12. Harding T., Javorcik B.S. Foreign Direct Investment and Export Upgrading // The Review of Economics and Statistics. 2012. Vol. 94. Iss. 4. P. 964–980. https://doi.org/10.1162/REST_a_00226.
13. Stojcic N., Orlic E. Foreign Direct Investment and Structural Transformation of Exports // Economic Thought and Practice. 2016. Vol. 2. Iss. 25. P. 355–378. Режим доступа: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/109127/ (дата обращения: 10.01.2024).
14. Gamariel G., Bomani M., Musikavanhu L., Juana J. Foreign Direct Investment and Export Diversification in Developing Countries // Risk Governance and Control: Financial Markets & Institutions. 2022. Vol. 12. Iss. 1. P. 74–89. https://doi.org/10.22495/rgcv12i1p6.
15. Zhang K.H. How Does FDI Affect a Host Country's Export Performance? The Case of China // International conference of WTO, China and the Asian Economies. 2005. P. 1–19. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/228676071_How_does_FDI_affect_a_host_country's_export_performance_The_case_of_China (дата обращения: 11.01.2024).
16. Mullen J.K., Williams M. Bilateral FDI and Canadian Export Activity // The International Trade Journal. 2011. Vol. 25. Iss. 3. P. 349–371. https://doi.org/10.1080/08853908.2011.581611.
17. Fengxiu Zhou, Huwei Wen, Chien-Chiang Lee Broadband Infrastructure and Export Growth // Telecommunications Policy. 2022. Vol. 46. Iss. 5. P. 1–17. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102347.
18. Судаков С.С. Эффективность российских институтов поддержки несырьевого неэнергетического экспорта // Вопросы государственного и муниципального управления. 2022. № 1. С. 49–77. https://doi.org/10.17323/1999-5431-2022-0-1-49-77. EDN: QQPBON.
19. Морозенкова О.В. Новые возможности для развития российских экспортно ориентированных предприятий малого и среднего бизнеса // Российский внешнеэкономический вестник. 2021. № 6. С. 7–22. https://doi.org/10.24412/2072-8042-2021-6-7-22. EDN: ZBVIYW.
20. Герасимова В.В., Комаров О.К., Ермилов И.С., Круглов В.С. Экспортная акселерация как перспективное направление государственной поддержки российского экспорта несырьевых неэнергетических товаров // Экономика и предпринимательство. 2021. № 10 (135). С. 51–54. https://doi.org/10.34925/EIP.2021.135.10.006. EDN: QSUPMP.

21. Ревенко Н.С., Скляр А.А. Институты развития экспорта: векторы повышения эффективности деятельности // Российский внешнеэкономический вестник. 2022. № 1. С. 7–26. https://doi.org/10.24412/2072-8042-2022-1-7-26. EDN: OTFZAU.

REFERENCES

1. Catanzaro A., Messeghemm K., Sammut S. Effectiveness of Export Support Programs: Impact on the Relational Capital and International Performance of Early Internationalizing Small Businesses. *Journal of Small Business Management.* 2019;57(2):436-461. https://doi.org/10.1111/jsbm.12489.
2. Leonidou L.C. Export Stimulation Research: Review, Evaluation and Integration. *International business review*. 1995;4(2)133-156. Available from: https://ideas.repec.org/a/eee/iburev/v4y1995i2p133-156.html [Accessed 10 January 2024].
3. Williams D.A. Export Stimulation of Micro-and Small Locally Owned Firms from Emerging Environments: New Evidence. *Journal of International Entrepreneurship*. 2008;6:101-122. https://doi.org/10.1007/s10843-008-0022-x.
4. Ribeiro A.P., Carvalho V., Santos P. Export-Led Growth in The EU: Where and What to Export? *The International Trade Journal.* 2016;30(4):319-344. https://doi.org/10.1080/08853908.2016.1197806.
5. Defever F., Riano A. China's Pure Exporter Subsidies. *CESifo Working Paper Series*. 2012;4054:1-47. http://doi.org/10.2139/ssrn.2204978.
6. Jun Ma *Export Promotion Strategies*. The Chinese Economy in the 1990s. Studies on the Chinese Economy. London: Palgrave Macmillan, 2000. P. 117–133. https://doi.org/10.1057/9780230288317_7.
7. Mazhar S.S., Khan F.S., Rehman A. *A Detailed Study of Changing Foreign Trade Pattern of India Before Pre-Liberisation Era and Impact of Foreign Exchange Reserve on India's Foreign Trade*. International Monetary System: Past, Present and Future. New Delhi: Regal Publications, 2016. P. 199–209. Available from: https://ssrn.com/abstract=2955259 [Accessed 12 January 2024].
8. Shekhar S. The Financial Export Incentives and Its Materiality to India's Export Promotion. *Research Journal of Economics and Business Studies.* 2018;7(9):1-5. Available from: https://www.researchgate.net/publication/334720974_The_Financial_Export_Incentives_and_Its_Materiality_to_India's_Export_Promotion [Accessed 09 January 2024].
9. Dooranov A., Asanova A., Zhumaliyeva Z., Pyroh O. Instruments for the Development of the Country's Export Potential. *Linguistics and Culture Review.* 2021;5(S4):1819-1829. http://doi.org/10.21744/lingcure.v5nS4.1862.
10. Mijiyawa A.G. Does Foreign Direct Investment Promote Exports? Evidence from African Countries. *The World Economy*. 2017;40(9):1934-1957. https://doi.org/10.1111/twec.12465.
11. Greenaway D., Kneller R., Zhang X. The Effect of Exchange Rates On Firm Exports and The Role of FDI. *Review of World Economics*. 2012;148(3):425-448. http://doi.org/10.1007/s10290-012-1129-y.
12. Harding T., Javorcik B.S. Foreign Direct Investment and Export Upgrading. *The Review of Economics and Statistics*. 2012;94(4):964-980. https://doi.org/10.1162/REST_a_00226.
13. Stojcic N., Orlic E. Foreign Direct Investment and Structural Transformation of Exports. *Economic Thought and Practice.* 2016;2(25):355-378. Available from: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/109127/ [Accessed 10 January 2024].
14. Gamariel G., Bomani M., Musikavanhu L., Juana J. Foreign Direct Investment and Export Diversification in Developing Countries. *Risk Governance and Control: Financial Markets & Institutions.* 2022;12(1):74-89. https://doi.org/10.22495/rgcv12i1p6.
15. Zhang K.H. How Does FDI Affect a Host Country's Export Performance? The Case of China. *International conference of WTO, China and the Asian Economies.* 2005:1-19. Available from: https://www.researchgate.net/publication/228676071_How_does_FDI_affect_a_host_country's_export_performance_The_case_of_China [Accessed 11 January 2024].
16. Mullen J.K., Williams M. Bilateral FDI and Canadian Export Activity. *The International Trade Journal*. 2011;25(3):349-371. https://doi.org/10.1080/08853908.2011.581611.
17. Fengxiu Zhou, Huwei Wen, Chien-Chiang Lee Broadband Infrastructure and Export Growth. *Telecommunications Policy*. 2022;46(5):1-17. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102347.
18. Sudakov S.S. Efficiency of Russian Institutions Support for Non-Resource and Non-Energy Exports. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya = Public Administration Issues*. 2022;1:49-77. (In Russ.). https://doi.org/10.17323/1999-5431-2022-0-1-49-77. EDN: QQPBON.
19. Morozenkova O.V. New Opportunities for The Growth of Russian Export-Oriented Small and Medium-Sized Businesses. *Rossiiskii vneshneekonomicheskii vestnik = Russian Foreign Economic Journal.* 2021;6:7-22. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2072-8042-2021-6-7-22. EDN: ZBVIYW.
20. Gerasimova V.V., Komarov O.K., Ermilov I.S., Kruglov V.S. Export Acceleration as A Promising Direction of State Support for Russian Exports of Non-Primary Non-Energy Goods. *Ekonomika i predprinimatel'stvo =*

Economics and Entrepreneurship. 2021;10 (135):51-54. (In Russ.). https://doi.org/10.34925/EIP.2021.135.10.006. EDN: QSUPMP.
21. Revenko N.S., Sklyar A.A. Export Promotion Institutions: Main Vectors for Increasing Performance Efficiency. *Rossiiskii vneshneekonomicheskii vestnik = Russian Foreign Economic Journal*. 2022;1:7-26. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2072-8042-2022-1-7-26. EDN: OTFZAU.

Информация об авторах

Киреенко Анна Павловна,
д.э.н, профессор,
директор БИ БРИКС,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83 А, Россия,
✉e-mail: sw.tpk.rt@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-7860-5929
Author ID: 342141

Содномова Светлана Константиновна,
к.э.н., доцент, заместитель декана факультета экономики и управления,
Иркутский государственный университет путей сообщения,
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15 Россия,
e-mail: sodnomovask@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-5898-0537
Author ID: 439479

Information about the authors

Anna P. Kireenko,
Dr. Sci. (Econ.), Professor,
Director BS BRICS,
Irkutsk National Research Technical University,
83 A Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: sw.tpk.rt@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-7860-5929
Author ID: 342141

Svetlana K. Sodnomova,
Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor,
Deputy Dean of the Faculty of Economics and Management,
Irkutsk State Transport University,
15 Chernyshevskogo St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: sodnomovask@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-5898-0537
Author ID: 439479

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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.

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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 07.03.2024.
Одобрена после рецензирования 20.03.2024.
Принята к публикации 22.03.2024.

Information about the article

The article was submitted 07.03.2024.
Approved after reviewing 20.03.2024.
Accepted for publication 22.03.2024.

Научная статья
УДК 33.330
EDN: WVLMOV
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-268-280

Повышение эффективности реализации государственной молодежной политики посредством применения метода проектного управления (на примере Иркутской области)

Д.А. Снетков[1], Т.В. Алексеева[2], О.Г. Тимчук[3]✉
[1]Дума города Иркутска, г. Иркутск, Россия
[2]Общество с ограниченной ответственностью «Экспертно-юридическая компания “Деловая Сибирь”», г. Иркутск, Россия
[3]Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Настоящее исследование посвящено вопросу целесообразности принятия «Стратегии развития молодежного предпринимательства» в Иркутской области на период до 2030 г. в условиях цифровой экономики. В соответствии с актуальными данными отмечаются особенности молодежного предпринимательства, необходимость его системной поддержки со стороны региональных органов исполнительной и законодательной власти. В контексте научного дискурса по молодежной политике предлагается анализ возможных направлений для запуска разнообразных инициатив. Охват направлений касается гражданских инициатив, укрепления мер безопасности, обеспечение защиты, преодоления социальной изоляции, информационного обогащения, интеграции современных технологий и поддержки в профессиональном самоопределении. Подобное многоаспектное вмешательство стремится расширить горизонты молодежи, способствует их активной социальной, экономической и культурной интеграции в общественную жизнь. Особое внимание уделяется обоснованию развития социальных и предпринимательских молодежных проектов, поскольку подобное составляет основу развития цифровой экономики, сектора малого предпринимательства на современном этапе государственного строительства Российской Федерации. Методологическую основу научно-исследовательской работы составили сравнительно-правовой и исторический подходы, а также метод дедукции и индукции, формально-юридический подход с применением иных методов научного познания. Дополнительно в настоящей работе делается вывод о том, что совершенствование молодежной политики в контексте феномена молодежного предпринимательства возможно исключительно при комплексном подходе – сопровождение мерами действующего законодательства, а также формирование необходимого общественного мнения, которое бы популяризовала образ предпринимателя посредством функционирования специализированного молодежного сообщества – клуба молодых предпринимателей.

Ключевые слова: предпринимательство, Иркутская область, молодежная политика, молодежь, цифровая экономика

Для цитирования: Снетков Д.А., Алексеева Т.В., Тимчук О.Г. Повышение эффективности реализации государственной молодежной политики посредством применения метода проектного управления (на примере Иркутской области) // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 268–280. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-268-280. EDN: WVLMOV.

Original article

Improving the efficiency of the state youth policy by a project management method (on the example of the Irkutsk Oblast)

Dmitry A. Snetkov[1], Tatyana V. Alekseeva[2], Oksana G. Timchuk[3]✉
[1]Duma of the city of Irkutsk, Irkutsk, Russia
[2]LLC «"Expertno-Law Company "Business Siberia"», Irkutsk, Russia
[3]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. This study addresses the feasibility of adopting the Strategy of Youth Entrepreneurship Development in the Irkutsk Oblast for the period of up to 2030 in the context of digital economy. According to relevant data, specific features of youth entrepreneurship are outlined, and the necessity of its systemic support by regional executive and legislative authorities is noted. In the context of academic discourse on youth policy, an analysis of possible directions for launching various initiatives is conducted. Areas to be considered include civic initiatives, strengthening security measures, protecting, overcoming social exclusion, information enrichment, integration of modern technologies, and support in professional self-determination. Such multidimensional interventions seek to expand the horizons for young people and to promote their active social, economic, and cultural integration into public life. Particular attention is paid to the importance of supporting social and entrepreneurial youth projects, which form the basis for the development of digital economy and the small-business sector in the Russian state. The research methodology included comparative-legal and historical approaches, the method of deduction and induction, and a formal-legal approach with the application of other scientific cognition methods. Additionally, the conclusion is made that the improvement of youth policy in the context of youth entrepreneurship is possible only based on a comprehensive approach. The latter implies supporting measures of the current legislation, as well as the formation of a positive public opinion on the entrepreneur image through a specialized youth community, such as a Club of young entrepreneurs.

Keywords: entrepreneurship, club of young entrepreneurs, Irkutsk region, youth policy, young people, digital economy

For citation: Snetkov D.A., Alekseeva T.V., Timchuk O.G. Improving the efficiency of the state youth policy by a project management method (on the example of the Irkutsk Oblast). *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):268-280. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-268-280. EDN: WVLMOV.

ВВЕДЕНИЕ

Происходящие в последнее время геополитические, социально-экономические, культурно-нравственные, а также политико-правовые преобразования оказывают прямое влияние на социально-экономическое развитие не только на отдельные субъекты федерации, но и на всю территорию в целом. В этой связи целесообразно отметить, что предпринимательская деятельность является головным процессом и реальным драйвером современного социально-экономического развития.

Цель данного исследования заключается в формировании академической точки зрения на проблемы развития молодежного предпринимательства в Иркутской области.

В условиях современного развития национальной экономики в России уделяется большое внимание вопросам предпринимательства и предпринимательской деятельности.

Особое внимание уделяется национальному проекту «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», который был задуман и в настоящее время осуществляется по инициативе Президента Российской Федерации Владимира Путина. Эта инициатива основана на Указе Президента Российской Федерации № 204 от 7 мая 2018 г. с названием «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации до 2024 г.». Среди мер, предусмотренных в рамках данного проекта, находятся различные виды государственной поддержки для представителей малого и среднего бизнеса: финансирование, обучение в предпринимательском искусстве, консультационная помощь, предоставление льготных условий для инвестиционных проектов и налоговые преференции. Однако, особое внимание следует уделить «молодежному предпринимательству» – явлению, объединяющему деятельность предпринимательских лиц, не достигших 35-летнего возраста, и зарегистрированных как индивидуальные предприниматели или учредители коммерческих организаций (включая статус самозанятых лиц).

МЕТОДЫ

Особенностью современного социально-экономического развития является широкое содержание цифровой экономики и цифровизации общественных отношений, следует отметить, что именно в условиях четвертой промышленной революции молодежное предпринимательство наиболее широко представлено: различные интернет-площадки (в том числе маркетплейсы), лектории (как в дистанционном так и в очном формате), образовательные семинары, консультации (как в дистанционном так и в очном формате), мобильные программные приложения и иные аналогичные сегменты передовой экономики. С учетом упомянутых показателей возникает необходимость

придать особое значение вопросу создания и развития целостной и единой экосистемы общенациональной молодежной политики в Российской Федерации, что играет ключевую роль в развитии общества и государства (рис. 1).

В соответствии с требованиями Федерального закона № 489-ФЗ от 30 декабря 2020 г. «О молодежной политике в Российской Федерации», ее целью является расширение возможностей и гарантирование прав молодежи.

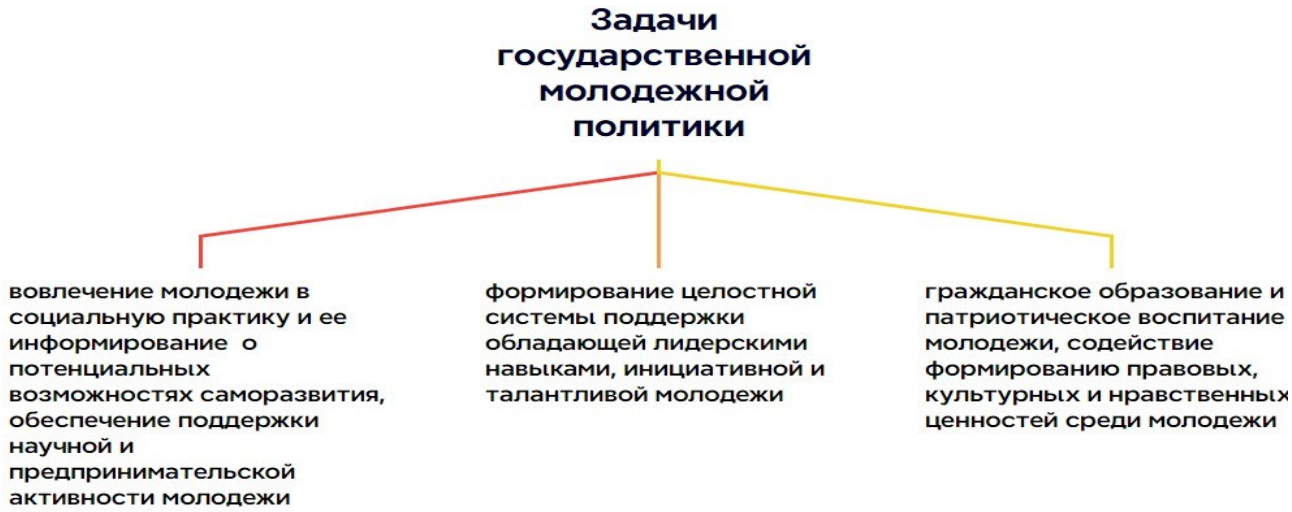


Рис. 1. Первостепенные задачи государственной молодежной политики в Российской Федерации
Fig. 1. The main tasks of state youth policy in the Russian Federation

По мнению исследователей М.М. Ивашиной, К.А. Казниной и Д.М. Калининой по вопросу механизмов вовлечения молодежи в социальную, экономическую, инновационную сферы общественной жизни – окружающая действительность заставляет использовать перспективный инструмент управленческой деятельности – проектный метод в отношении «Реализации государственной молодежной политики Российской Федерации и субъектов» [1].

Молодежная политика имеет множество вариативных форм, которые можно классифицировать как стратегические и менее структурированные подходы. Первые представляют собой целенаправленный набор согласованных стратегий, в то время как другие показаны как расплывчатые и менее упорядоченные. Стратегии могут быть направлены на содействие специфической части молодежного контингента или же охватывать более широкий диапазон нужд подрастающего поколения, причем иногда они дополняют другие инициативы или, наоборот, вступают с ними в противоречие. Ключ к эффективности таких стратегий лежит в оперативности реагирования молодежи не просто как получателей услуг, но как активных участников в процессах консультирования и принятия решений, что оказывает помощь в разработке стратегий, ведении надзора за их исполнением и оценке итогового влияния. Когда молодые люди привлечены к участию, они испытывают более высокий уровень ответственности за результаты, что способствует созданию услуг, которые так тесно совпадают с их амбициями, потребностями и правами. Подобный подход значительно повышает вероятность успешной реализации молодежной политики.

Наш регион, Иркутская область, в сущности, лидирующий субъект Сибирского федерального округа по целому ряду ключевых экономико-доминантных показателей: валовый (совокупный) региональный продукт, рентабельность хозяйствующих субъектов, общая налоговая отдача, эффективность деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства, коэффициент инвестиционной привлекательности.

Действительно, представители молодого поколения оправданно являются предметом пристального наблюдения с позиции Правительства Иркутской области, осуществляя собственные устремления – молодежь справедливо становится важным фактором положительных изменений по сохранению и развитию Приангарья.

Вследствие этого приоритетное значение имеет генерация возможностей ради развития ее потенциала в интересах социально-экономического (включая духовно-нравственное) поступательного развития Сибирского федерального округа в целом и Иркутской области в частности. Согласно информации,

предоставленной Министерством по молодежной политике Иркутской области, на начало 2022 г. насчитывается 669 977 молодых людей в регионе, что составляет примерно 28,4 % от общего числа населения. Следует отметить, что более 85 % проживает в крупных городах, включая г. Иркутск, Ангарск и Братск [2].

В нашем регионе действует стратегический документ в области публичной молодежной политики – стратегия развития молодежной политики в Иркутской области до 2030 г., разработанная на основе распоряжения Губернатора Иркутской области от 22 апреля 2021 г. № 117-р. Она определяет стратегические приоритеты развития публичной молодежной политики в регионе и направлена на поддержку и активное вовлечение молодежи в процесс их развития и самореализации.

Министерство по молодежной политике Иркутской области осуществляет реализацию профильной государственной программы Иркутской области «Молодежная политика» на период 2019–2025 гг. и включает различные программы и мероприятия, такие как «Качественное развитие потенциала и воспитание молодежи», «Патриотическое воспитание молодежи», «Обеспечение реализации молодежной политики» и «Комплексные меры профилактики злоупотребления наркотическими, токсическими и психотропными веществами». Все указанные программы прописаны в Постановлении Правительства Иркутской области от 1 ноября 2018 г. № 797-пп.

Однако, несмотря на то что стратегия развития молодежной политики в Иркутской области до 2030 г. уже разработана и функционирует, она не уделяет достаточного внимания вопросу развития субъектов малого и среднего предпринимательства в молодежной среде.

Именно в данном случае будет являться рациональным, по мнению коллектива исследователей Д.Д. Григорьевой, Д.А. Зубовой, В.А. Пануковой и Я.И. Зуевой, обратить внимание на устойчивое экономическое развитие посредством профессиональной подготовки и поощрения предпринимательской деятельности среди молодежи [3].

Изучение региональных инициатив в области претворения в жизнь государственных инициатив раскрывает необходимость вести активную и эффективную политику по работе с молодежью.

Подобная политика должна целенаправленно обеспечивать помощь начинающим специалистам, студентам и молодым предпринимателям в сферах образовательных возможностей, карьеры и бизнес-инициаций.

Тем не менее необходимо принять во внимание, что формирование положительной динамики реализации публичной молодежной политики, в сущности представляется достаточно комплексным и многогранным аспектом структурной публичной политики как государственного, так и муниципального уровня. Использование модернизированных методик проектного управления обязательно для обеспечения развития территории и субъектов изменений, таких как представители молодежи Приангарья, учитывая принципы устойчивого развития в социальной, экологической и корпоративной сферах. В контексте реализации субъектной публичной политики, которая практично и рационально охватывает многообразие экономических, промышленных и культурных сфер жизни общества, а также вопросы, связанные с социальной ответственностью и гражданским участием, особого внимания заслуживает молодежная политика, ключевая для прогрессивного социального оформления и экологической безопасности [4]. На сегодняшний день, по нашему мнению, она трансформируется в целую экосистему молодежного развития талантливой и инициативной молодежи, а значит помогает раскрыться молодым талантам, что в свою очередь, способствует уверенному инновационному развитию отдельных регионов и всей Российской Федерации.

В настоящее время в Иркутской области с 2021 г. Фондом поддержки и развития предпринимательства Иркутской области Центром «Мой бизнес» осуществляется реализация комплекса мероприятий в рамках национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы». Проект активно работает для создания условий для легкого старта и комфортного ведения бизнеса. Главная цель данной инициативы заключается в том, чтобы привлечь молодежь в предпринимательскую сферу. Основная цель данных мероприятий – объединение молодых предпринимателей из всей страны в солидное сообщество успешных предпринимателей. Благодаря интеграции с опытными предпринимателями и государством каждый участник может значительно повысить уровень развития своего дела. Этот проект также имеет стратегическое значение для создания устойчивого сообщества молодых предпринимателей в возрасте от 14 до 35 лет в Иркутской области, что способствует развитию новой региональной экономики. Безусловно, указанные ориентиры связаны с предстоящей деятельностью клуба

молодых предпринимателей трека «Росмолодежь. Бизнес», который предлагает уникальные возможности: полезные мероприятия, крутой нетворкинг и новые знакомства, финансирование бизнес-проектов, а также консультации опытных предпринимателей и наставников [5, 6]. С целью объективного и всестороннего изучения ситуации в области молодежного предпринимательства и развития малого и среднего бизнеса в Приангарье, участниками Иркутского регионального общественного движения «Роспоколение», проведено исследование по определению предпринимательских способностей и намерений молодых людей в отношении создания собственного бизнеса. Это социологическое исследование было проведено путем онлайн-анкетирования участников различных мероприятий. Фактический фаза исследования проходила на территории Иркутской области в период с ноября 2022 по октябрь 2023 г.

Всего в исследовании приняли участие 1260 человек, в том числе 985 в возрасте от 18 до 35 лет (включая 85 предпринимателей и более 33 самозанятых граждан), а также 157 в возрасте от 14 до 17 лет (рис. 2).

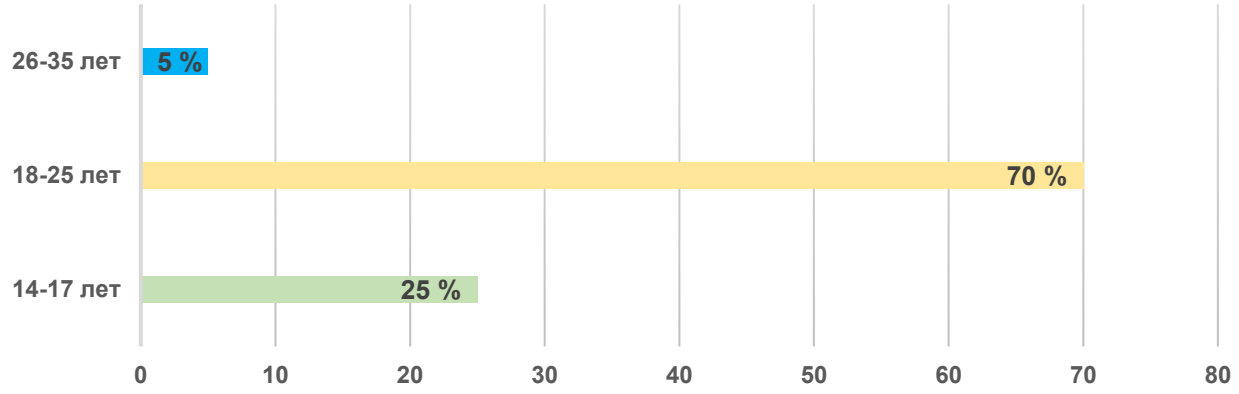


Рис. 2. Практическое расположение респондентов: распределение участников социологического исследования по возрасту, человек в %
Fig. 2. Practical location of respondents: distribution of sociological research participants by age, people in %

Вместе с тем, все физические лица, принявшие участие в социологическом обследовании, являются действующими обучающимися образовательных учреждений: высшего уровня образования, среднего профессионального либо среднего (общего) (дополнительное внимание в рамках интерактивной графической диаграммы уделено образовательным программам (рис. 3)). Основные результаты исследования демонстрируют, что большинство участников настоящего исследования (примерно 87,4 %) несомненно уверены, что молодежи следует активно развивать предпринимательские навыки, а также заниматься собственным делом. При этом, некоторые респонденты считают (примерно 2,9 %), что это невозможно, а другие участники (около 9,7 %) заняли позицию о том, что предпочтительнее изначально получить опыт работы наемным работником и лишь в дальнейшем открыть собственное дело. Следовательно, возможно сделать вывод о том, что развитие молодежной предпринимательской активности является ярким маркером изменений, наличие которого крайне важно для устойчивого экономического роста [7]. Помимо этого, оправдано считать молодых людей носителями инновационного потенциала общества и стратегического ресурса, который оказывает влияние как на экономические показатели отдельного хозяйствующего субъекта, так и публично-правового образования различного уровня [8–10].

Зачастую у представителей студенческой молодежи присутствует реальный запрос на образование в сфере предпринимательства (именно практико-прикладные аспекты).

В связи с этим целесообразно в ходе дальнейшей деятельности клуба молодых предпринимателей Иркутской области трека «Росмолодежь. Бизнес» Федерального агентства по делам молодежи (Росмолодежь) разработать несколько образовательных курсов, доступных для студентов различных образовательных программ и направлений подготовки (в целях развития интеллекта, управленческих навыков и финансовой грамотности, что поможет начинающему предпринимателю использовать в своей деятельности (либо разрабатывать) технологии и продукты, финансовые и организационные инновации.

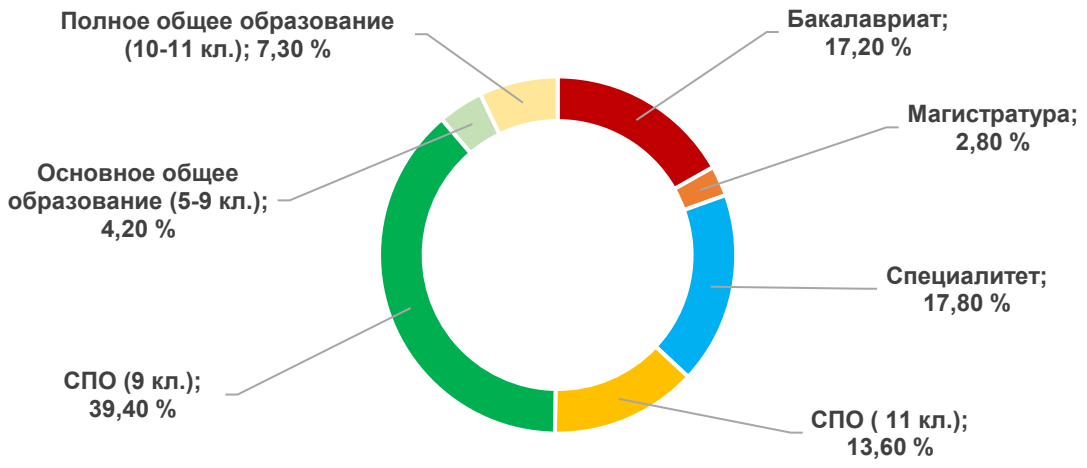


Рис. 3. Практическое расположение респондентов: распределение участников социологического исследования уровню образования, человек в %
Fig. 3. Practical location of respondents: distribution of sociological research participants by level of education, people in %

Допустимо в этом вопросе использование современных инструментов обучения – менторинг и коучинг, особенно со стороны действующих предпринимателей со стажем. Учитывая тот факт, что восприятие предпринимательства как карьерного выбора (включая личные качества, предпринимательские намерения и т. д.) формируется во время получения образования (включая начальное, основное, среднее-профессиональное или высшее образование), следует уделить особое внимание разработке государственной молодежной политики в Иркутской области. Она должна включать исследование предпринимательской активности среди студентов и предпринимателей, работающих в образовательных учреждениях.

Клуб молодых предпринимателей Иркутской области, совместно с Областным государственным казенным учреждением «Молодежный кадровый центр» Министерства по молодежной политике Иркутской области должен осуществлять сопровождение проектов и оказывать поддержку предпринимателям.

Работа клуба молодых предпринимателей Иркутской области в рамках проекта «Росмолодежь. Бизнес» тесно связана с финансированием от Министерства молодежной политики Иркутской области.

Программа «Молодежная политика» Иркутской области направлена на поддержку и развитие молодежи, а финансы распределяются в соответствии с государственными приоритетами.

Дела Федерального агентства по делам молодежи (Росмолодежь) тесно связаны с финансированием, осуществляемым Министерством молодежной политики Иркутской области.

Действительно, именно второе играет ключевую роль в реализации данной государственной программы. Она направлена на поддержку и развитие молодежи и предлагает практические мероприятия и задачи, создающие конструктивные изменения, уделяя особое внимание молодым людям – главным участникам этого процесса.

Распределение финансовых ресурсов в бюджете Министерства молодежной политики Иркутской области осуществляется на основе стратегических приоритетов и целей, определенных в рамках существующей государственной молодежной политики.

Это обеспечивает эффективное использование бюджетных средств, что в свою очередь обеспечивает максимальную пользу для молодежи Приангарья. Эти секторы деятельности получают финансовую поддержку, но это далеко не все, на что она распространяется.

Министерство молодежной политики Иркутской области имеет возможность рассмотреть и другие области, которые способствуют развитию молодежи и улучшению ее жизненных условий. На данный момент общая сумма финансирования государственной программы «Молодежная политика» Иркутской области на 2023 г. составляет 423 млн руб., не включая внебюджетные источники, а на 2024 г. – 461 млн руб. Фактическое выполнение бюджетного финансирования Министерства молодежной политики Иркутской области в текущем 2023 г. составляет менее половины запланированной суммы в размере 275 млн руб., что

составляет 54,8 % от общего бюджета соответствующей государственной программы. Министерство молодежной политики Иркутской области может столкнуться с определенными ограничениями в финансировании своих программ и мероприятий, в связи с указанными обстоятельствами, что может повредить реализации планов и приоритетов молодежной политики в области предпринимательства. Таким образом, рациональное применение финансовых мер по оптимизации расходов через отсылочное финансирование зависящих от Министерства молодежной политики Иркутской области учреждений, при возможности привлечения внебюджетных источников, является необходимым [11, 12].

В рамках исследования рационально также выделить основные проблемы, с которыми зачастую сталкиваются молодые предприниматели при открытии собственного дела, что подтверждается материалами А.В. Сабировой (рис. 4) [13].

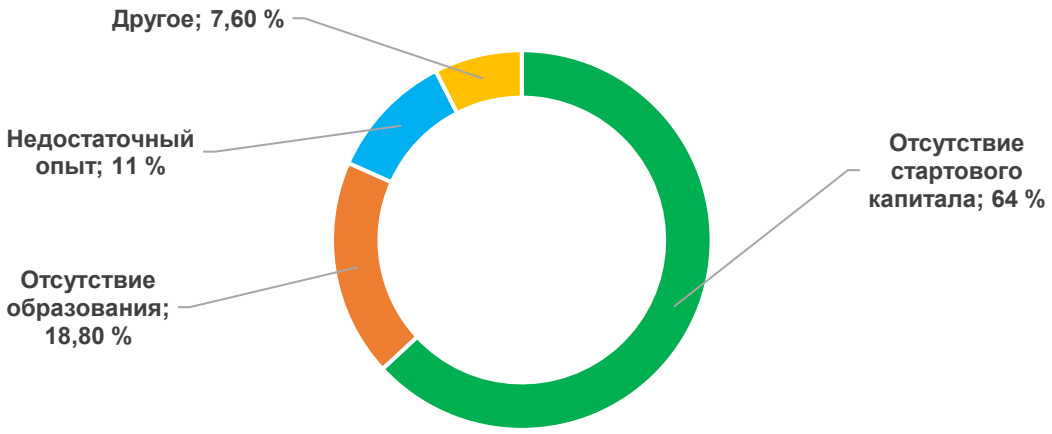


Рис. 4. Наиболее ключевые проблемы, препятствующие открытию собственного дела, %
Fig. 4. The most key problems preventing you from starting your own business, %

Отмечается, что вопросы, упомянутые выше, не являются единственными на современном этапе государственного строительства, так как остается ряд актуальных проблем. К ним относятся высокие административные барьеры, представленные повышенным порогом нормативных требований, а также противоречивость регионального законодательства, например, предоставление молодым и социальным предпринимателям субсидий в форме грантов из областного бюджета. В настоящее время губернатор Игорь Кобзев вместе с Правительством и депутатами Законодательного собрания Иркутской области активно работают над решением социально-экономических проблем региона. Они предпринимают многочисленные меры, направленные на устранение и снижение вышеуказанных сложностей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Использование проектного подхода к молодежной политике региона позволяет выделить как положительные, так и отрицательные аспекты (таблица). Молодежная политика играет важную роль в развитии общества и поддержке молодых людей. Целью является организация разнообразных мероприятий, которые проводятся молодежью для молодежи и с участием молодежи. В рамках этих мероприятий реализуются социальные, культурные, образовательные, экологические и политические инициативы.

Молодежная политика основывается на добровольной и профессиональной деятельности молодежных работников, ориентированных на организацию неформальных образовательных процессов и стимулирующих добровольное участие молодежи. Ее главная цель – мотивировать и поддерживать молодых людей в поиске конструктивных путей в жизни, способствуя их личному и социальному развитию, а также улучшению общества в целом. В данной статье авторы представляют ряд мероприятий, разработанных для региональных органов власти, с использованием проектного управления, чтобы гарантировать эффективное осуществление политики, направленной на молодое поколение (рис. 5). На основании вышеизложенного необходимо выделить взаимосвязь между молодежной политикой и политикой, проводимой регионом. Данная связь является взаимообусловленной и взаимовыгодной.

Преимущества и недостатки проектного метода управления в молодежной политике
Advantages and disadvantages of the project management method in youth policy

Проектный метод управления в молодежной политике	
Преимущества	Недостатки
Молодежная активность играет значимую роль в проектном управлении, поскольку вовлечение молодежи в принятие решений и реализацию проектов является одним из ключевых элементов. Это способствует их эмповерменту, развитию лидерских навыков и оказывает положительное влияние на перспективы молодежи. Молодые люди могут представлять свои идеи, принимать активное участие в разработке проектов и вносить свой вклад в развитие своих сообществ	Отсутствие непосредственного влияния на политические решения: проектное управление в молодежной политике может ограничиваться реализацией конкретных проектов, не обладая прямым влиянием на принятие политических решений. В этом случае они могут быть восприняты как отдельные и несвязанные с общей политической стратегией. Для более значимого влияния молодежи важна интеграция проектных инициатив в политические процессы и взаимодействие между молодежью и принимающими решениями
Инновационность и свежий взгляд: молодежь часто привносит инновационные и творческие идеи. Проектное управление в молодежной политике позволит испытать свои идеи на практике и внести свежий взгляд на решение проблем и развитие сообществ	Бюрократические препятствия: проектное управление в молодежной политике может столкнуться с такими бюрократическими преградами, как сложная процедура получения финансирования, необходимость согласовывать решения с несколькими заинтересованными сторонами, бюрократическая перегрузка и т. д. Это может затруднить эффективную и быструю реализацию проектов
Гибкость и приспособляемость: проектное управление дает возможность быстро реагировать на изменяющиеся потребности и интересы молодежи. Оно позволяет адаптировать стратегии и программы в соответствии с текущими вызовами и требованиями	Ограниченные ресурсы: молодежная политика может столкнуться с ограниченными ресурсами, такими как финансы, персонал и время. Это может повлиять на масштаб и эффективность проектных инициатив
Развитие навыков: участие в проектах молодежной политики помогает развивать различные навыки, такие как лидерство, коммуникация, управление временем, работа в команде и т. д. Все это будет полезно для них в личной и профессиональной жизни	Отсутствие долгосрочной устойчивости: проектные инициативы в молодежной политике часто имеют ограниченный срок исследования и реализации. Это может привести к тому, что достигнутые результаты не удерживаются в долгосрочной перспективе. Для обеспечения устойчивого положительного влияния необходимо уделить внимание осуществлению связей между проектами, планированию на будущее и обеспечению долгосрочной поддержки

Безусловно, подобное обстоятельство предъявляет требования к использованию комплексного подхода, а значит и совместного участия публично-правового образования, профильных общественных организаций и самой молодежи, поскольку исключительно при данной совместной деятельности возможно реально сформировать благоприятные условия для эффективного социально-экономического развития Приангарья в долгосрочной перспективе (рис. 6). Многообещающим элементом развития системы молодежного предпринимательства является реализация ряда мероприятий, направленных на активное вовлечение молодежи в предпринимательскую деятельность. Одной из ключевых задач является развитие проектов, способствующих формированию и развитию предпринимательских навыков и компетенций среди молодых людей.

Развитие проектов, основанных на новаторских идеях и предлагающих реальные бизнес-кейсы для молодежи, является неотъемлемым компонентом обеспечения успешного перехода молодых людей из сферы образования в мир предпринимательства.

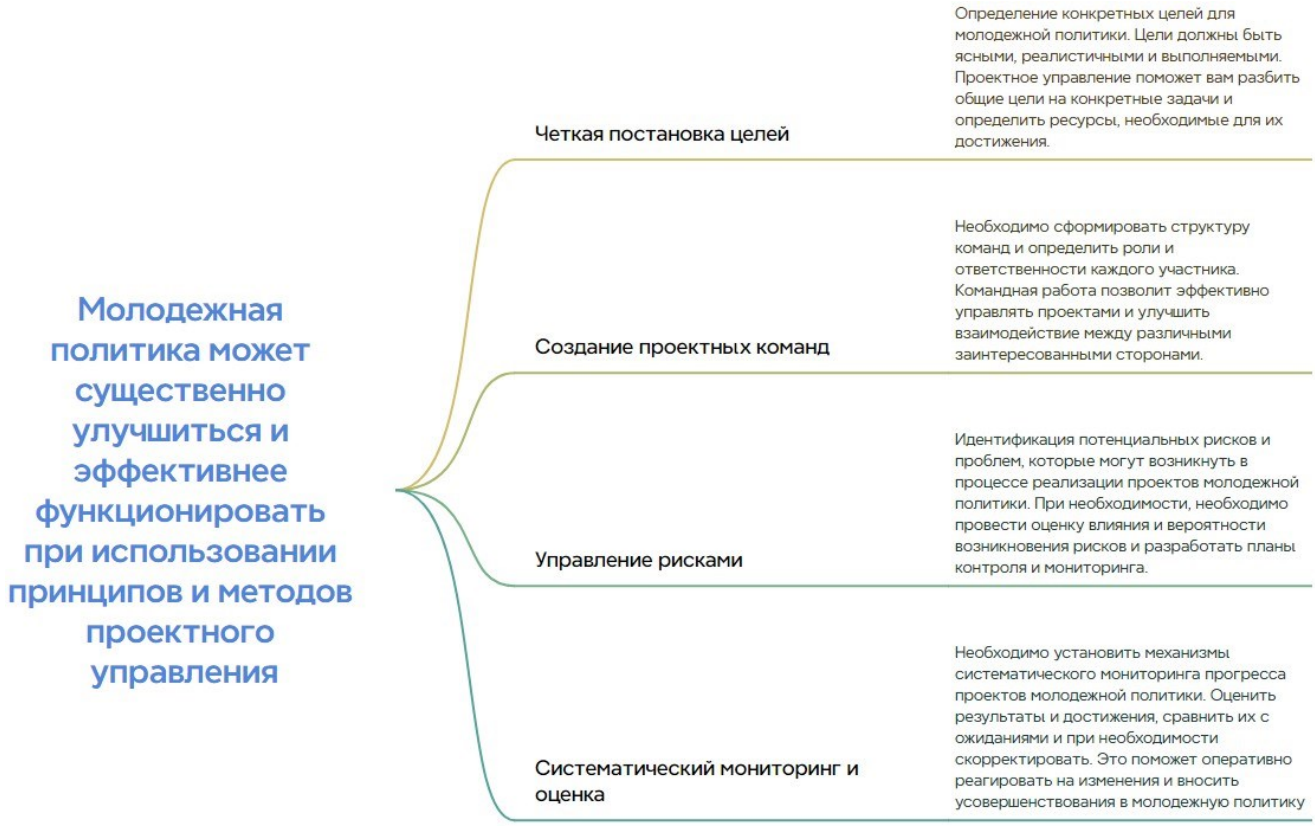


Рис. 5. Эффективность молодежной политики при проектном управлении
Fig. 5. The effectiveness of youth policy in project management

Рис. 6. Рекомендации по совершенствованию молодежной политики
Fig. 6. Recommendations for improving youth policy

Инициативы, направленные на активное привлечение и поддержку молодежи в реализации своих предпринимательских идей, способствуют их самореализации и создают условия для развития предпринимательского мышления.

Одновременно с развитием проектов необходимо активно развивать предпринимательские компетенции среди молодежи. Это требует систематической работы по обучению и подготовке к основным аспектам предпринимательства, таким как бизнес-планирование, финансовый анализ, маркетинг и управление персоналом. Эффективное приобретение и развитие данных компетенций позволит успешно осуществлять предпринимательскую деятельность и добиваться лидерских позиций на рынке. Таким образом, осуществление указанных мероприятий, включающих развитие проектов и предпринимательских

компетенций, имеет огромный потенциал для развития системы молодежного предпринимательства. Предоставление молодежи поддержки и возможностей для практической реализации своих предпринимательских идей, а также развитие их профессиональных навыков, уже сегодня может стать фундаментом будущего процветания отечественного предпринимательства – все должно быть направлено на формирование гибких навыков в сфере карьерного планирования, лидерства и социального партнерства [14–21]. «Мои услуги включают помощь в создании собственного бизнеса, сфокусированного на развитии системы наставничества в предпринимательской сфере. Я также предлагаю организацию бизнес-эскалаторов для молодых предпринимателей, где они смогут получить инвестиции и консультации от опытных представителей малого и среднего бизнеса. Кроме того, моя работа включает заключение партнерских соглашений с предпринимательским сообществом для создания взаимовыгодных связей. Я также организую клуб молодых предпринимателей, где талантливая и инициативная молодежь сможет объединиться с целью достижения коллективного успеха. Все мои услуги осуществляются с поддержкой региональных органов власти и Фонда поддержки и развития предпринимательства Иркутской области через Центр «Мой бизнес» Министерства экономического развития и промышленности Иркутской области» [22].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для формирования молодежного потенциала и создания благоприятной среды для предпринимательской деятельности в Иркутской области необходимо реализовать эффективную политику, сосредотачивающуюся на молодежи.

Необходимо разработать стратегию развития молодежного предпринимательства в Иркутской области до 2030 г. Министерство по молодежной политике Иркутской области должно организовать проведение стратегических сессий в 2024 г., чтобы обсудить данный документ.

Принятие этой стратегии способствует созданию единой экосистемы молодежной политики, что помогает молодым людям определиться и реализовать свои таланты и мечты в сфере предпринимательства.

Реализация данной стратегии до 2030 г. способствует сплочению молодежи и поощряет стремление к знаниям, а также развитию навыков принятия решений и достижению результатов в различных областях общественной деятельности.

Единый документ стратегии имеет особое значение, так как он направлен на укрепление сотрудничества между Министерством по молодежной политике, Министерством экономического развития, органами местного самоуправления и общественными объединениями, занимающимися вопросами молодежной политики в муниципальных образованиях Иркутской области.

Главная цель данного документа – улучшить поддержку и развитие молодежного предпринимательства путем консолидации сил и согласованности действий между указанными структурами и организациями.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Иванишина М.М., Казнина К.А., Калинина Д.М. Молодежное предпринимательство в эпоху цифры // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2020. № 1 (80). С. 12–15. EDN: UZAYII.
2. Григорьев Д.А., Зубов Д.А., Пакунова В.А., Зуева Я.И. Реализация молодежной политики в целях устойчивого экономического развития региона (на примере г. Санкт-Петербурга) // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2023. № 7. С. 182–186. https://doi.org/10.23672/SAE.2023.71.55.005. EDN: CUPPUG.
3. Кривенков М.Ю., Кузнецова Н.В., Снетков Д.А. Социально-экономическое развитие спорта в регионах России // Экономика и предпринимательство. 2023. № 4 (153). С. 627–630. https://doi.org/10.34925/EIP.2023.153.4.119. EDN: DISJXL.
4. Старикова О.В. Молодежь как часть государственной политики: монография. Красноярск: Сибирский Федеральный университет, 2016. 216 с.
5. Мирошниченко И.В., Шпиро Л.А., Федоренко К.А. Проектный подход в государственной молодежной политике РФ: институциональные практики и потенциал развития // Южно-российский журнал социальных наук. 2022. Т. 23. № 1. С. 26–47. https://doi.org/10.31429/26190567-23-1-26-47. EDN: LFEFFH.
6. Рыбников А.М. Бизнес-планирование в сфере поддержки малого бизнеса: российский и зарубежный опыт // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2020. Т. 6. № 4. С. 69–75. EDN: BXCTUO.

7. Иванов С.Ю., Иванова Д.В., Чвякин В.А. «Виртуальный» человеческий капитал и профессиональная адаптация молодежи // Социодинамика. 2023. № 6. С. 1–21. https://doi.org/10.25136/2409-7144.2023.6.43494. EDN: SQWKAC.
8. Гончарова О.Ю., Мальцева О.В., Марков В.И., Куприна С.А. Институционализация молодежного предпринимательства в России // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2020. № 2. С. 124–129. https://doi.org/10.22394/2079-1690-2020-1-2-124-129. EDN: PKUXEP.
9. Аносов С.С. Мобилизационная активность молодежи и государственная молодежная политика // Социология. 2023. № 1. С. 37–44. EDN: EYLBFF.
10. Хохлова Н.С., Мершеев И.Р. Создание и внедрение системы грантовой поддержки молодежных социально значимых проектов в Иркутской области // Известия Байкальского государственного университета. 2020. Т. 30. № 3. С. 359–370. https://doi.org/10.17150/2500-2759.2020.30(3).359-370. EDN: KLQPUN.
11. Данкова В.В. Правовое регулирование молодежной политики: современное состояние и направления совершенствования // Социально-гуманитарные знания. 2023. № 7. С. 53–57. EDN: SCNTXY.
12. Kerzner H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013. 1296 p.
13. Шелудякова Т.В. Уровни реализации государственной молодежной политики в России: проблемы разграничения полномочий // Государственная власть и местное самоуправление. 2017. № 8. С. 8–12. EDN: ZDFIMB.
14. Вавилин М.В. Прокурорский надзор за исполнением законов в сфере патриотического воспитания молодежи как одно из приоритетных направлений прокурорской деятельности // Военно-юридический журнал. 2017. № 11. С. 11–15. EDN: ZSRACH.
15. Бегичева О.Л., Гришаева С.А., Поляков М.Б., Тимохович А.Н., Чуев С.В. Ценностные ориентации российской молодежи и реализация государственной молодежной политики: результаты исследования: монография. М.: Государственный университет управления, 2017. 131 с. Режим доступа: https://guu.ru/wp-content/uploads/Zak_925_2017-Chuev.pdf?ysclid=lx41rg469d162619630 (дата обращения: 01.12.2023 г.).
16. Иванова И.В., Макарова В.А. Российское движение детей и молодежи – от прошлого к будущему // Воспитание школьников. 2023. № 1. С. 29–35. https://doi.org/10.47639/0130-0776_2023_1_29. EDN: LBCJRV.
17. Древаль М.А. Важно сплотиться и объединиться против вызовов // Известия. 2022. Режим доступа: https://iz.ru/1388934/alena-nefedova/vazhno-splotitsia-i-obedinitsia-protiv-vyzovov?ysclid=lx42r07-k9a421623989 (дата обращения: 01.12.2023).
18. Гречихин В.Г. Современная молодежная политика в России // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2021. № 5. С. 18–21. https://doi.org/10.23672/g2393-1834-5732-w. EDN: AFBBRK.
19. Бухарова Е.Б., Воронцова И.П., Витковская Л.К., Григорьева Е.Г., Лапо В.Ф., Семенова А.Р. [и др.] Оценка факторов и ограничений стратегического развития человеческого потенциала и предпринимательской среды ресурсных регионов: монография. Красноярск: Сибирский Федеральный университет, 2013. 312 с.
20. Бобылев С.Н., Бурлакова Е.А., Ваган И.С., Васильев И.В., Волков И.Н., Гохберг Л.М. [и др.] Российский статистический ежегодник, 2022. М.: Федеральная служба государственной статистики, 2022. 696 с.
21. Александров Я.В., Антонов О.Ю., Гаврилюк Н.П., Гуреев Я.В., Гришай Е.В., Гришенков А.В. [и др.] Молодежь в современном обществе: политика, воспитание, самоопределение: монография. СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2023. 84 с. https://doi.org/10.37539/M231002.2023.36.76.001. EDN: WSOMYZ.
22. Окладникова Д.Р. Опыт Иркутской области в поддержке предпринимателей планируют повторить в других регионах // Областная. 2023. Режим доступа: https://www.ogirk.ru/2023/05/30/opyt-irkutskoj-oblasti-v-podderzhke-predprinimatelej-planirujut-povtorit-v-drugih-regionah/?ysclid=lxctzauuj7260563194 (дата обращения: 01.12.2023).

REFERENCES

1. Ivashina M.M., Kaznina K.A., Kalinina D.M. Youth Entrepreneurship in The Digital Age. Vestnik *Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta = Bulletin of Saratov State Socio-Economic University.* 2020;1(80):12-15. (In Russ.). EDN: UZAYII.
2. Grigoriev D.D., Zubov D.A., Pakunova V.A., Zueva Ya.I. Implementation of Youth Policy for Sustainable Economic Development of the Region (On The Example of St. Petersburg). *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki = Humanities, Social-Economic and Social Sciences*. 2023;7:182-186. (In Russ.). https://doi.org/10.23672/SAE.2023.71.55.005. EDN: CUPPUG.

3. Krivenkov M.Y., Kuznetsova N.V., Snetkov D.A. Socio-Economic Development of Sports in The Regions of Russia. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and Entrepreneurship*. 2023;4(153): 627-630. (In Russ.). https://doi.org/10.34925/EIP.2023.153.4.119. EDN: DISJXL.
4. Starikova O.V. *Youth as Part of State Policy: Monograph.* Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2016. 216 p. (In Russ.).
5. Miroshnichenko I.V., Shpiro L.A., Fedorenko K.A. The Project Approach in Russian State Youth Policy: Institutional Practices and Development Potential. *Yuzhno-rossiiskii zhurnal sotsial'nykh nauk = South-Russian Journal of Social Sciences.* 2022;23(1):26-47. (In Russ.). https://doi.org/10.31429/26190567-23-1-26-47. EDN: LFEFFH.
6. Rybnikov A.M. Business Planning in The Field of Small Business Support: Russian and Foreign Experience. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Ekonomika i upravlenie = Scientific Notes of the Crimean Federal University Named After V.I. Vernadsky. Economics and Management.* 2020;6(4):69-75. (In Russ.). EDN: BXCTUO.
7. Ivanov S.Yu., Ivanova D.V., Chvyakin V.A. "Virtual" human capital and professional adaptation of young people. *Sotsiodinamika = Sociodynamics*. 2023;6:1-21. (In Russ.). https://doi.org/10.25136/2409-7144.2023.6.43494. EDN: SQWKAC.
8. Goncharova O.Yu., Maltseva O.V., Markov V.I., Kuprina S.A. Institutionalization of Youth Business in Russia. *Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski = State and Municipal Administration Scientific Notes.* 2020;2:124-129. (In Russ.). https://doi.org/10.22394/2079-1690-2020-1-2-124-129. EDN: PKUXEP.
9. Anosov S.S. Mobilization Activity of Youth and State Youth Policy. *Sotsiologiya = Sociology*. 2023. № 1. С. 37–44. (In Russ.). EDN: EYLBFF.
10. Khokhlova N.S., Mersheev I.R. Development and Implementation of the Grant Support System for Socially Significant Youth Projects in The Irkutsk Region. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*. 2020;30(3):359-370. (In Russ.). https://doi.org/10.17150/2500-2759.2020.30(3).359-370. EDN: KLQPUN.
11. Dankova V.V. Legal Regulation of Youth Policy: Current State and Directions for Improvement. *Sotsial'no-gumanitarnye znaniya = Social and Humanitarian Knowledge.* 2023;7:53-57. (In Russ.). EDN: SCNTXY.
12. Kerzner H. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013. 1296 p.
13. Sheludyakova T.V. Levels of State Youth Policy Implementation in Russia: Power Demarcation Issues. *Gosudarstvennaya vlast' i mestnoe samoupravlenie = State Power and Local Self-government*. 2017;8:8-12. (In Russ.). EDN: ZDFIMB.
14. Vavilin M.V. Prosecutorial Supervision Over Law Enforcement in Patriotic Upbringing of Young People as One of Priority Prosecutorial Activity Areas. *Voenno-yuridicheskii zhurnal = Military-law Journal*. 2017;11:11-15. (In Russ.). EDN: ZSRACH.
15. Begicheva O.L., Grishaeva S.A., Polyakov M.B., Timokhovich A.N., Chuev S.V. *Value Orientations of Russian Youth and The Implementation of State Youth Policy: Research Results: Monograph.* Moscow: State University of Management, 2017. 131 p. Available from: https://guu.ru/wp-content/uploads/Zak_925_2017-Chuev.pdf?ysclid=lx41rg469d162619630 [Accessed 1 December 2023]. (In Russ.).
16. Ivanova I.V., Makarova V.A. Russian Movement of Children and Youth - From The Past to The Future. *Vospitanie shkol'nikov = Education of Schoolchildren*. 2023;1:29-35. (In Russ.). https://doi.org/10.47639/0130-0776_2023_1_29. EDN: LBCJRV.
17. Dreval' M.A. It Is Important to Unite and Unite Against Challenges. *News*. 2022. Available from: https://iz.ru/1388934/alena-nefedova/vazhno-splotitsia-i-obedinitsia-protiv-vyzovov?ysclid=lx42r07k9a421623989 [Accessed 1 December 2023]. (In Russ.).
18. Grechikhin V.G. Modern Youth Policy in Russia. *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki = Humanities, Social-Economic and Social Sciences*. 2021;5:18-21. (In Russ.). https://doi.org/10.23672/g2393-1834-5732-w. EDN: AFBBRK.
19. Bukharova E.B., Vorontsova I.P., Vitkovskaya L.K., Grigor'eva E.G., Lapo V.F., Semenova A.R. [et al.] *Assessment of Factors and Limitations of the Strategic Development of Human Potential and The Business Environment of Resource Regions: Monograph.* Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2013. 312 p. (In Russ.).
20. Bobylev S.N., Burlakova E.A., Vagan I.S., Vasil'ev I.V., Volkov I.N., Gokhberg L.M. [et al.] Russian *Statistical Yearbook, 2022.* Moscow: Federal State Statistics Service, 2022. 696 p. (In Russ.).
21. Aleksandrov Ya.V., Antonov O.Yu., Gavrilyuk N.P., Gureev Ya.V., Grishai E.V., Grishenkov A.V. [et al.] *Youth in Modern Society: Politics, Education, Self-Determination: Monograph.* Saint Petersburg: State Research Institute "National Development", 2023. 84 p. (In Russ.). https://doi.org/10.37539/M231002.2023.36.76.001. EDN: WSOMYZ.

22. Okladnikova D.R. The Experience of the Irkutsk Region in Supporting Entrepreneurs Is Planned to Be Repeated in Other Regions. *Oblastnaya = Regional*. 2023. Available from: https://www.ogirk.ru/2023/05/30/opyt-irkutskoj-oblasti-v-podderzhke-predprinimatelej-planirujut-povtorit-v-drugih-regionah/?ysclid=lxctzauuj7260563194 [Accessed 1 December 2023].

Информация об авторах

Снетков Дмитрий Алексеевич,
помощник руководителя депутатского объединения «Иркутск социальный»,
Дума города Иркутска,
664027, г. Иркутск, ул. Ленина, 1а,
Россия,
e-mail: snetkov.d.a@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-3145-5094
Author ID:1066740

Алексеева Татьяна Вячеславовна,
генеральный директор
ООО «Экспертно-юридическая компания “Деловая Сибирь”»,
664022, г. Иркутск, ул. Сибирская, 21А/4,
Россия,
e-mail: alekseeva.t.v@list.ru
https://orcid.org/0000-0003-4037-0527
Author ID: 1103957

Тимчук Оксана Григорьевна,
к.э.н, доцент, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉e-mail: Oksana-timchuk@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-8534-3963
Author ID:565849

Information about the authors

Dmitry A. Snetkov,
Assistant to the Head of the Deputy Association Irkutsk Social,
Duma of the city of Irkutsk,
1a, Lenin St., 664027 Irkutsk,
Russia,
e-mail: snetkov.d.a@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-3145-5094
Author ID:1066740

Tatyana V. Alekseeva,
General Director
of LLC Expertno-Law Company Business Siberia,
21A/4 Sibirskaya St., 664022 Irkutsk,
Russia,
e-mail: alekseeva.t.v@list.ru
https://orcid.org/0000-0003-4037-0527
Author ID: 1103957

Oksana G. Timchuk,
Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Economics and Digital Business Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: Oksana-timchuk@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-8534-3963
Author ID:565849

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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.

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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 31.01.2024.
Одобрена после рецензирования 15.02.2024.
Принята к публикации 19.02.2024.

Information about the article

The article was submitted 31.01.2024.
Approved after reviewing 15.02.2024.
Accepted for publication 19.02.2024.

Научная статья
УДК 016:332.2:8:470+541
EDN: AVPSPA
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-281-291

Трансформации российской промышленной недвижимости в условиях нестабильной экономики: карта научных исследований, обзор исследовательской литературы

М.С. Черепанова[1]✉, А.Ф. Шуплецов[2]
[1,2]Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Статья посвящена исследованию российской промышленной недвижимости и механизмам ее трансформации в кризисные периоды как сферы научного знания. Исследуемые кризисные периоды представляют собой интерес с точки зрения наличия разной природы их возникновения, являются актуальной проблемой, находящейся на стыке экономики и политики, для научного сообщества. Исходными материалами стали все виды исследовательской научной литературы, изданной за период с 1940 г. по настоящее время, и типовые государственные методики. Основными методами исследования является анализ книжного фонда Российской Государственной библиотеки, периодических изданий ведущих Московских вузов как оплота российской экономической науки. Для систематизации источников литературы были заданы основные понятия, которые были сведены в три исторических периода: военный период 40-х и вплоть до середины 70-х гг., когда издавалась литература технической направленности, 90-е и 2000-е, прошедшие под знаком перестройки и всеобщей реструктуризации промышленных предприятий; период с 2014 г., вызванный чередой геополитических событий. По результатам исследования сделан вывод об эволюции научного знания в области промышленной недвижимости, зависящей от природы происходящего кризиса.

Ключевые слова: промышленная недвижимость, кризисы в экономике, промышленная недвижимость в период кризиса, механизм трансформации промышленной недвижимости в период кризиса

Для цитирования: Черепанова М.С., Шуплецов А.Ф. Трансформации российской промышленной недвижимости в условиях нестабильной экономики: карта научных исследований, обзор исследовательской литературы // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 281–291. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-281-291. EDN: AVPSPA.

Original article

Transformations of Russian industrial real estate in the context Of unstable economy: Literature mapping and review

Maria S. Cherepanova[1]✉, Aleksandr V. Shupletsov[2]
[1,2]Baikal State University, Irkutsk, Russia

Abstract. This study is focused on Russian industrial real estate and mechanisms of its transformation in crisis periods as a sphere of scientific knowledge. The investigated crisis periods are of interest from the perspective of their different nature, which remains a relevant research problem at the interface of economics and politics. The source materials were all types of research literature published from 1940 up to the present, along with state standards in this field. The materials for analysis were collected from the book funds of the Russian State Library and journals of the leading Moscow universities. The collected literature was classified based on three historical periods. These included (1) the war and post-war period of the 40s and up to the mid-70s, when technical literature was published; (2) 90s and 2000s, which passed under the sign of perestroika and general restructuring of industrial enterprises; and (3) the period since 2014 up to the present, characterized by a series of geopolitical events. The conclusion is made

that the evolution of scientific knowledge in the field of industrial real estate depends on the nature of the ongoing crisis.

Keywords: industrial real estate, economic crises, industrial real estate during the crisis, the mechanism of transformation of industrial property during the crisis

For citation: Cherepanova M.S., Shupletsov A.V. Transformations of Russian industrial real estate in the context of unstable economy: Literature mapping and review. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):281-291. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-281-291. EDN: AVPSPA.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время к объектам недвижимости промышленных корпораций, как к «каркасу» нашей страны, приковано большое внимание. Авторами было принято решение о проведении исследования по озвученной проблеме на основе анализа историографии промышленной недвижимости при участии механизмов ее трансформации в кризисные периоды.

Исследуемые периоды представляют интерес с точки зрения наличия разной природы возникших кризисов на территории России. Это сегодня, на стыке экономики и политики, является актуальной проблемой для научного сообщества [1].

Речь идет о машиностроительных заводах, многие из которых попали в проблематичную ситуацию по своему юридическому статусу, о промышленных площадках наших инфраструктурно-образующих корпораций, в частности, авиапроизводителей, выдерживающих санкционный натиск. И конечно, не следует забывать об инфраструктуре наших нефте- и газопроводов, кардинально меняющих западное направление на восточное [2, 3].

В этих условиях появляется серьезная информационная перезагруженность, в которой очень важно найти нужные и правильные определения, их интерпретацию с учетом реалий, к примеру, о недвижимости промышленных объединений России и СССР или о механизмах управления недвижимостью во время кризиса, или о классификации недвижимости по признаку профильности. Здесь теория как первооснова выходит на первый план во всех сферах жизни, в том числе и в области экономической грамотности.

Следует отметить важность учета хронологического порядка и знания истории. Атрибутом успеха сейчас является не столько общие знания международного порядка, сколько знание истории своей страны, в том числе истории экономического развития и ее становления, природы возникновения кризисов и их разрешения, влияния масштабов нашей промышленной инфраструктуры на основу процветания общества.

В статье проведено исследование имеющегося отечественного научного знания по теме «Промышленная недвижимость в периоды кризиса в России», предпринята попытка провести систематизацию некоторых источников литературы за исторический период последних 80–85 лет. Особое внимание обращено к трем периодам:

– Великая Отечественная война и 70-е годы;

– перестроечные 90-е года и последовавший после них кризис 2008 г.;

– текущая ситуация, называемая «поворот на восток».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исходными материалами исследования стали все виды исследовательской и научной литературы, изданной с 1940 г. по настоящее время, в том числе труды ученых ведущих вузов России, книги от старейшего издательства «Машиностроение» и типовые государственные методики.

Основным методом исследования является анализ материала из книжного фонда Российской Государственной библиотеки (РГБ), периодических изданий (электронных версий) Московского государственного университета (МГУ), Национального Исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), Университета науки и технологий МИСИС, Московского института экономики, политики и права (МИЭП).

На первом этапе было принято решение об условном разделении поиска в хронологическом порядке, а именно в соответствии с кризисными временами: годы научно-технической революции в СССР или времен гонки вооружений; период перестройки 90-х годов и последовавшим за ним периодом нулевых; период с 2014 г., готовивший почву для геополитических изменений наших дней.

По факту обзора и в соответствии с хронологией в единую категорию сведена литература по областям исследования, таких как техническая, экономическая, правовая и т. д.

На втором этапе был выполнен отбор и статистический анализ публикаций из электронного фонда РГБ с использованием ключевых слов, близких к изучаемой теме. Например, «управление промышленной недвижимостью», «промышленное строительство» и т. д.

На третьем этапе был составлен список литературы к настоящему исследованию.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В качестве систематизации источников литературы заданы основные понятия, сведенные в соответствующие категории (три исторических периода):

– военный период с 40-х годов и вплоть до середины 70-х, когда массово издавалась литература технической направленности;

– период 90–х и 2000-х, прошедших под знаком перестройки и всеобщей реструктуризации промышленных предприятий;

– период с 2014 г., вызванного чередой геополитических событий.

В ходе проведения анализа материала, предоставленного фондом РГБ, было выявлено свыше 15 000 источников.

Период 40–70-х гг. отличается выходом в свет большого количества научной технической литературы, что является важным показателем технического развития страны [4]. В военные годы выпускалось множество сборников по монтажу и проектированию заводов авиационной промышленности[1] по заказу Гипроавиапрома[2] и литературы по заказу различных Министерств (путей сообщения[3], промышленности строительных материалов, химической промышленности и др.). Для инженерно-строительных вузов и факультетов в те годы активно издавались учебные пособия. В целом нормативно-техническая документация была представлена различными справочниками, трудами и сборниками трудов[4], выпускаемыми научными институтами СССР по проектированию автомобильных заводов, заводов отраслей черной металлургии и станкостроения, заводов тракторного и сельскохозяйственного машиностроения[5], строительного и дорожного машиностроения[6], авиадвигателестроения, заводов сборного железобетона, химии, заводов по производству фарфоровых изделий [5, 6].

Этот массив литературы технической направленности отражал образ той эпохи индустриализации, большого строительства, появления в стране и на всей ее территории огромного количества новых заводов.

Листая сборники технической учебной литературы времен 70-х (есть в библиотеках современных вузов), авторами было отмечено, что они понятны для студента, отражают лаконичное содержание, имеют предметный указатель, схемы, таблицы, формулы с пояснениями, в конце сборников обязательно находится список литературы, по которому легко ориентироваться в нормах и методиках. Для примера приведем справочник под общей редакцией Е.С. Ямпольского «Проектирование машиностроительных заводов и цехов» в шести томах, выпущенный издательством «Машиностроение», которое публикует техническую литературу уже более ста лет.

Каждый том посвящен определенной специфике производства. К примеру, том III – проектированию цехов обработки металлов давлением и сварочного производства, том IV – проектированию механических, сборочных цехов, цехов защитных покрытий, том V – проектированию вспомогательных цехов и служб[7].

В свою очередь, содержание каждой главы раскрывает суть процессов тех или иных цехов.

К примеру: механические, сборочные, окрасочные, цеха консервации и упаковки, системы приготовления, подачи и очистки охлаждающих жидкостей.

---

[1]Сводный каталог справочных, руководящих и типовых проектных материалов, выпущенных Гипроавиапромом за 3-й квартал 1944 года. НКАП СССР. М.: ГАП, 1944–1945. 14 с.

[2]Ф. Р-210, 2818 ед. хр., крайние даты: 1933-1985. Описи на документацию: - научно-исследовательскую - ед.хр. 151, 1965-1980; - конструкторскую - ед.хр. 61, 1953-1974; - проектную - ед.хр. 1660, 1933-1968; - управленческую - ед.хр. 946, 1941-1985.

[3]Нормы инженерно-технического труда на проектно-сметные и изыскательские работы. Вып. 9: Проектирование заводов по ремонту подвижного состава: (Технологическая часть и проектно-конструкторские работы) М.: изд. и [тип.] ЖУ-2 при 1-й тип. Трансжелдориздата, 1948. 68 с.

[4]Сборник технических материалов по строительству, монтажу и проектированию заводов НКАП. 1, 4. НКАП СССР. М.: Оборонгиз, 1942–1943. Т. 2.

[5]Нормы технологического проектирования заводов тракторного и сельскохозяйственного машиностроения: [утв. 20/VI 1972 г.]. М., 1974.

[6]Автоматизированная компрессорная станция типа 4К-50А. М., 1962. 37 с.

[7]Ямпольский Е.С., Айзенберг Б.И., Шестопал В.М., Мансуров А.М., Соловей З.И., Храмой М.И. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: справочник в 6 т. Т. 5: Проектирование вспомогательных цехов и служб. М.: Машиностроение, 1975. 223 с.

Как правило, в главах имеются общие сведения, описание общего процесса и его организационной структуры, оборудования, состава работающих (примеры расчета рабочей силы и площадей), технико-экономические показатели, информация об энергетике, транспорте, компоновке площадей и планировке цехов, часто приложен генеральный план завода.

Авторы издания ссылаются на более ранние издания, на нормы технологического проектирования цехов, разработанные Гипроавтопромом[8], на Госстрой СССР[9], Госплан СССР[10], Академию Наук СССР[11].

Так выстраивалась система знаний в технической области, связанной с промышленной недвижимостью СССР.

Дополнительно стоит отметить журнал «Вестник машиностроения», который также издается «Машиностроением» (Орден Трудового Красного знамени ОАО Издательство «Машиностроение»). Журнал выпускается с ноября 1921 г.

В содержании современного журнала имеется информация по темам, которые прямо или косвенно касаются проблем недвижимости промышленных объединений. Это организация и экономика производства, деятельность предприятий оборонно-промышленного комплекса, анализ деятельности в период реструктуризации, оценка предприятий в контексте стоимости основных фондов [7–10].

Научная исследовательская литература периода с 1990 по 2010 гг. отличается. Это период иных перемен, когда в стране после кризиса перестройки была создана почва для изучения реструктуризации основных фондов предприятий – гигантов, возникших в условиях плановой экономики и проходящих процедуру приватизации.

Литература этого периода в основном очерчивала экономический и правовой контур вопросов, связанный с реструктуризацией[12,13] экономики [11, 12], в том числе военно-промышленного комплекса[14] и дальнейшим редевелопментом[15] промышленных зон[16].

Каталог РГБ выдает 357 результатов по запросу «реструктуризация предприятий». Источники датированы с 2004 по 2010 гг. издания, поиск литературы по ключевому слову «редевелопмент» показывает результаты, которые находятся на более современном отрезке времени – с 2010 по 2020 гг.

Данный факт дает право утверждать о начале процессов реформирования промышленных городов, происходивших после последствий перестройки и развала промышленных предприятий и компаний.

90-е годы отмечены скудно, в наличии всего пять источников литературы из 102 за весь период – поиск проводился по запросу «проектирование заводов». Сюда входят результаты, включающие в себя проектирование заводов по переработке пластических масс, сборного железобетона, по переработке плодов и овощей, машиностроительного производства. Начало 2000-х г. отмечено в законодательстве появлением жилищного, земельного и градостроительного кодексов, что указывает на активное правовое совершенствование в части нормативного регулирования сферы недвижимости.

В качестве промежуточного вывода расставим акценты на видах и состоянии промышленности того или иного периода развития экономики страны. Это – тяжелая индустрия в годы СССР и катастрофическое положение промышленности в 90-е [13].

По третьему периоду анализируются материалы, изданные примерно с 2014 по 2015 гг., в их числе литература про процессы стратегического разворота страны с Запада на Восток.

Для структуризации информации по указанной теме проведен обзор изданий, выпускаемых старейшими университетами Российской Федерации, по блокам: экономика и правовые аспекты сфер недвижимости и строительства,

---

[8]Ф. Р-79, 1485 ед. хр., крайние даты: 1937-1963. Описи на документацию: - проектную - ед.хр. 1357, 1946-1963; - управленческую - ед.хр. 128, 1937-1960. Указатель: географический.

[9]Ф. Р-7, 8303 ед. хр., крайние даты: 1930-1972. Описи на документацию: - проектную - ед.хр. 7921, 1930-1972; - управленческую - ед.хр. 382, 1933-1969.

[10]Российский Государственный архив экономики. Режим доступа:http://rgae.ru/category/tegi/gosplan-sssr.shtml (дата обращения:13.03.2024).

[11]Архивы Российской академии наук. Режим доступа: https://www.arran.ru/ (дата обращения:13.03.2024).

[12]Белых Л.П. Реструктуризация предприятия. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. 511 с.

[13]Реструктурирование предприятия. Рацион. система бизнес-единиц. М.: Дело, 1996. 159 с.

[14]Ковтун В.В. Государственное регулирование реструктуризации предприятий оборонно-промышленного комплекса: автореф. дис. ... к.э.н.: 08.00.05. Санкт-Петербург, 1997. 16 с.

[15]Туфлина О.Э. Развитие объектов нежилого фонда на основе принципов редевелопмента: автореф. дис. ... к.э.н. : 08.00.05. Москва, 2009. 16 с.

[16]Загоруйко И.Ю. Концептуальные основы редевелопмента при реформировании промышленных моногородов: дис. ... д.э.н. : 08.00.05. Пермь, 2010. 365 с.

промышленная инфраструктура с точки зрения градоустройства.

«Одним из важнейших условий успешности научно-исследовательской деятельности является обмен результатами научных исследований, научной информацией. Средством такого обмена служит научная периодика» – такой фразой сопровождается раздел сайта издательской деятельности главного строительного вуза нашей страны. Обратившись к периодике, выпускаемой НИУ МГСУ, отметим, что помимо строительной и экономической тематики разделы журнала раскрывают юридические аспекты темы промышленной недвижимости, в том числе при изучении объектов федеральной собственности или мер государственной поддержки.

Ценным является потенциал, заложенный в работах по тематике территориального и инфраструктурного планирования, градоустройства и энергосберегающих технологий в строительстве [14–23]. Такими же актуальными работами по контуру тем «недвижимости промышленных предприятий» отмечены публикации журнала «Экономика промышленности», издаваемым Университетом науки и технологий МИСИС совместно с Объединенной металлургической компанией. Информацию по теме данного обзора дополняют разделы журнала, такие как «исторический обзор», «национальные индустриальные экономики», «региональная экономика», «стратегия развития», «экономика природопользования» [24–30].

Массив разнообразной научной информации содержат журналы старейшего университета России – МГУ. Экономические науки представлены в журнале «Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика», публикующем статьи по теоретическим и прикладным вопросам экономики и управления с 1946 г. В 2010 г., что относительно недавно, основан журнал «Вестник Московского университета. Серия 26. Государственный аудит», чуть ранее, в 2003 г. – «Вестник Московского университета. Серия 21. Управление (государство и общество)».

Следует отметить, что в рамках изучаемой темы промышленной недвижимости познавательными, значительно расширяющими диапазон исследования, в том числе временной, являются вопросы междисциплинарных исследований – этому посвящен выпуск журнала, который подробно рассматривает деятельность Петра I [31].

Журнал «Российская экономика: прогнозы и тенденции», выпускаемый НИУ ВШЭ структурирован как набор конкретных тематических рубрик, каждую из которых ведут постоянные авторы (Елаховский В.С., Поповская Е.В., Щербакова А.В., Лыкова Л.Н., Теплова Т.В. и др.). В нем наглядно представлены аналитические материалы с использованием таблиц, графиков и диаграмм при использовании данных Федерального агентства госстатистики, Минфина, Центробанка РФ, ведущих российских информационных агентств.

В дополнение к исследованию изданий ведущих вузов в рассматриваемой работе проведен анализ фондов РГБ. По запросу фразы «промышленная недвижимость» по всем полям найдено 914 источников, результаты представлены в табл. 1 (на дату 31.01.2024 г.).

Близкими по смыслу изучаемой темы при поиске в фондах РГБ являются фразы: «промышленное строительство», «управление промышленной недвижимостью», «управление государственной недвижимостью», «проектирование заводов», «недвижимость предприятий», «реструктуризация предприятий».

Отметим, что тема кризиса в сфере управления промышленной недвижимостью остается недостаточной изученной из-за разной природы ее возникновения. Данный вопрос можно рассматривать на примерах эвакуации промышленных объектов во времена Великой Отечественной войны [32], в период реструктуризации предприятий в «нулевые», после «передела девяностых» и в настоящее время. В этом контексте отметим, что объектами анализа являются экономические, технологические, юридические, социальные и даже политические аспекты изучения промышленной и связанной с ней транспортной инфраструктуры. В частности, актуальным стал вопрос регулирования сделок с активами «ушедших» с российского рынка иностранных компаний, а это миллионы квадратных метров промышленной недвижимости, находящейся в России и ряд других «острых» тем [33, 34].

Так, по теме «реструктуризация предприятия», при поиске одноименного словосочетания по всем полям в фондах РГБ, обозначается значительное количество источников – почти 14 100, но опубликованы они не раннее 1995 г. Анализ же кризисов сферы промышленной недвижимости в контексте имущественных отношений требует дополнительного изучения.

Обзор аналитики текущего времени, по мнению авторов, будет в полной мере раскрыт при изучении свежих материалов номеров журнала, в частности, выпускаемого МИЭП, посвященных имущественным отношениям в России.

Таблица 1. Анализ фондов РГБ по запросу фразы «промышленная недвижимость»
Table. 1. Analysis of the funds of the RSL at the request of the phrase "industrial real estate"

Каталог		**Публикации на языках**		**Тема**		**По специальностям ВАК**		**Год издания**	
Авторефераты диссертаций	77	Русский	835	Экономика отдельных стран	376	Экономика	505	2023	42
Диссертации	458	Английский	7	Государство и право социалистических и бывших социалистических стран	17	Техника	19	2022	43
Газеты	72	Немецкий	1	Экономическая статистика. Учет. Экономический анализ	14	Юриспруденция	18	2021	51
Журналы и продолжающие выходить издания	46	–	–	–	–	–	–	2019	47
Документы с 1831 г. по настоящее время	234	–	–	–	–	–	–	2018	43
Библиографии	1	–	–	–	–	–	–	2009	53

Особого внимания при раскрытии темы, в том числе в вопросах управления государственным имуществом, заслуживают такие разделы журнала, как антикризисное управление, земельный вопрос, вопросы имущественной политики, инвентаризация и оценка всех видов собственности, стратегия реструктуризации бизнеса, управление государственной и муниципальной собственностью, а также изучение судебной практики и нормативных актов.

Данные таблицы наглядно иллюстрируют потребность в охвате все новых областей исследования, в которых возникает острая необходимость в ходе прохождения через тот или иной кризис. Данные результаты доказывают наличие эволюции научного знания по рассматриваемой теме промышленной недвижимости. Авторами проведено исследование имеющегося отечественного научного знания по теме «промышленная недвижимость в периоды кризиса в России» в хронологическом порядке, в ходе которого получена аналитика и представлена систематизация в табл. 2 уже имеющихся знаний в отечественной науке:

Таблица 2. Карта научных исследований
Table 2. The map of scientific research

Период издания исследовательской литературы	1940–1970 г.	1990–2010 г.	с 2014 г.
Область исследования	техническая	техническая градостроительная экономическая юридическая	техническая градостроительная экономическая юридическая политическая социальная

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отмечено, что эффективность существующих инициатив в направлении разработки и совершенствования механизма эффективного управления объектами недвижимости промышленных объединений в условиях рисков и кризисов в экономике из-за разной их природы остается недостаточно изученной.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Меркулов К.К. Новый взгляд на «китайскую модель»: уроки для России, Союзного государства, мира // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2022. № 5. С. 42–61. https://doi.org/10.38050/01300105202253. EDN: GRCVQP.
2. Яськова Н.Ю., Зайцева Л.И. Формирующиеся тенденции развития строительного рынка в условиях нарастающего санкционного давления // Вестник Московского государственного строительного университета. 2023. Т. 18. № 12. С. 2025–2036. https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.12.2025-2036. EDN: XFNJFU.
3. Черепанова М.С., Шуплецов А.Ф. Государственное управление объектами недвижимости промышленной и транспортной инфраструктуры в условиях нестабильной экономики // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. Т. 13. № 4 (47). С. 612–624. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-4-612-624. EDN: VPYFYI.
4. Абрамова М.Ю., Курочкина Т.Л. Нормативно-техническая документация: от истоков к современности // Жилищное строительство. 2012. № 12. С. 37–38. EDN: PVPHHT.
5. Островский М.Е. Проектирование заводов черной металлургии, химии и машиностроения. М.: Гос. изд-во лит. по строительству и архитектуре, 1955. 39 с.
6. Бродский В.Б. Материалы по основам технико-экономического проектирования заводов черной металлургии. М.: Главное управление научно-исследовательских организаций при Госэкономсовете СССР. Гипромез, 1960. 150 с.
7. Смирнов С.В., Дежкина И.П., Лещенко М.И., Поташева Г.А. Виды производственного потенциала // Вестник машиностроения. 2008. № 9. С. 84–87. EDN: JVNSBH.
8. Васяйчева А.В., Сахабиева Г.А. Анализ деятельности ПНК «Уралвагонзавод» // Вестник машиностроения. 2016. № 11. С. 83–87. EDN: XIBUFH.
9. Калмыков Ю.П. Перспективы развития отечественной автомобильной промышленности // Вестник машиностроения. 2020. № 9. С. 84–88. https://doi.org/10.36652/0042-4633-2020-9-84-87. EDN: ALPTLK.
10. Лазаренко А.Г., Омельченко И.Н. Структурно-атрибутивные модели цеховых производственно-логистических систем. Подсистема складирования // Вестник машиностроения. 2021. № 4. С. 73–80. https://doi.org/10.33652/0042-4633-2021-4-73-80. EDN: SGHHZR.
11. Руднев Ю.П. Приватизация и переструктуризация предприятий: (с прим. из нем. и рос. практики). Обнинск: Государственный центральный институт повышения квалификации, 1995. 120 с.
12. Алпатов А.А. Реструктуризация предприятий: (основные понятия и способы проведения). Киров: Кировская областная типография, 1998. 36 с.
13. Мантуров Д.В. Государственное регулирование промышленности в течение 25 лет. Часть 1: промышленность 1990-х гг. // Вопросы государственного и муниципального управления. 2016. № 3. С. 31–48. EDN: WMQPXV.
14. Volkov R.V. The Verhulst Equation in Managing the Life Cycle of a Real Estate Facility // Real Estate: Economics, Management. 2023. Iss. 1. P. 21–26. https://doi.org/10.22337/2073-8412-2023-1-21-26. EDN: JDVIMO.
15. Звонов И.А. Организационно-производственные особенности процесса перепрофилирования промышленных территорий // Недвижимость: экономика, управление. 2015. № 4. С. 32–34. EDN: VPSGUT.
16. Ибе Е.Е., Шибаева Г.Н., Гоголь Д.Д., Никитин А.Д. Формирование пространственно-композиционного решения молодежного центра «Полярный» путем реновации старой застройки города Абакана // Вестник Московского государственного строительного университета. 2023. Т. 18. № 3. С. 325–333. https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.3.325-333. EDN: XPARYB.
17. Кириллова А.Н., Манухина О.А. Система управления градообслуживающей сферой города // Недвижимость: экономика, управление. 2015. № 3. С. 48–53. EDN: VCHEOL.
18. Кулаков К.Ю. Концепция формирования и развития конкурентоспособных территориально-воспроизводственных систем недвижимости в условиях турбулентной экономики // Недвижимость: экономика, управление. 2015. № 3. С. 10–16. EDN: VCHEKZ.
19. Луняков М.А., Гневанов М.В. Формирование портфеля заказов для предприятий инвестиционно-строительной сферы в особых экономических зонах // Недвижимость: экономика, управление. 2016. № 4. С. 74–77. EDN: YGBSSH.

20. Павлов А.С. Государственные закупки в строительстве – критический обзор // Вестник Московского государственного строительного университета. 2022. Т. 17. № 3. С. 377–385. https://doi.org/10.22227/1997-0935.2022.3.377-385. EDN: HNVRLD.
21. Погребной И.Я. Особенности учета и оценка основных средств // Недвижимость: экономика, управление. 2016. № 1. С. 34–37. EDN: VVTUXP.
22. Кулаков К.Ю., Орлов А.К., Канхва В.С. Цепочки создания ценности в строительстве на основе концепции бережливого производства в условиях цифровой трансформации // Вестник Московского государственного строительного университета. 2023. Т. 18. № 10. С. 1647–1660. https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.10.1647-1660. EDN: ONYUVJ.
23. Глазкова В.В., Белоконов А.В. Применение инновационных подходов к процессу формирования первоначальной стоимости основных производственных фондов предприятий нефтегазового комплекса // Вестник Московского государственного строительного университета. 2022. Т. 17. № 7. С. 964–976. https://doi.org/10.22227/1997-0935.2022.7.964-976. EDN: CTUWVK.
24. Амосов А.И. Развитие промышленности как средство выхода из системного кризиса // Экономика промышленности. 2009. № 3. С. 8–12. EDN: MUYPLH.
25. Бринза В.В., Германова А.В., Кузнецов И.С. Альтернативы посткризисного развития металлургических предприятий: прогнозирование последствий // Экономика промышленности. 2010. № 3. С. 10–19. EDN: MVLOKV.
26. Гринев С.А., Квинт В.Л. Формирование стратегических приоритетов промышленного развития РФ как инновационный фактор преодоления кризисных периодов // Экономика промышленности. 2023. Т. 16. № 3. С. 275–283. https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-275-283. EDN: GHAACG.
27. Корнилов Д.А. Динамика стоимости корпорации как показатель устойчивого развития бизнеса (на примере ОАО «Газпром») // Экономика промышленности. 2014. № 1. С. 55–61. EDN: SCRFHF.
28. Лапковская Е.В. Формирование системы мониторинга предприятий в промышленных зонах как инструмент управления реорганизацией производственных и промышленных зон города Москвы // Экономика промышленности. 2011. № 1. С. 91а–96. EDN: NRBUWV.
29. Плещенко В.И. К вопросу об общественно-исторической практике развития межфирменной координации предприятий и создания деловых сетей в промышленности СССР // Экономика промышленности. 2015. № 3. С. 112–117. https://doi.org/10.1707/2072-1663-2015-3-112-117. EDN: UYCIUP.
30. Роменец В.А., Ильичёв И.П. Мировой финансовый кризис и черная металлургия России // Экономика промышленности. 2009. № 1. С. 8а–13. EDN: MUYPBR.
31. Анисимов Е.В. Индустриализация, как ее задумал Петр Великий // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2023. № 2. С. 147–158. https://doi.org/10.55959/msu0130-0105-6-58-2-9. EDN: RUHVQT.
32. Черепанова М.С. Ретроспективный анализ стратегии формирования промышленной инфраструктуры Иркутска-II в годы ВОВ // Baikal Research Journal. 2023. Т. 14. № 4. С. 1521–1531. https://doi.org/10.17150/2411-6262.2023.14(4).1521-1531. EDN: BMPBCX.
33. Ворончихин Д.В. К вопросу о регулировании сделок с активами, отчуждаемыми у иностранных компаний, уходящих с российского рынка // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2024. № 2 (269). С. 16–21. EDN: IHRRVR.
34. Черепанова М.С., Шуплецов А.Ф. Обзор промышленных площадок автопрома в условиях кризиса 2022 года // Управление инновационными и инвестиционными процессами и изменениями в современных условиях: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 26–27 октября 2023 г). СПб, 2023. С. 156–164.

REFERENCES

1. Merkulov K.K. A New View at The “Chinese Model”: Lessons for Russia, The Union State and The World. *Vestnik moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika = Moscow University Economic Bulletin.* 2022;5:42-61. (In Russ.). https://doi.org/10.38050/01300105202253. EDN: GRCVQP.
2.Yaskova N.Yu., Zaitseva L.I. Emerging Trends in The Construction Market Under Increasing Sanctions Pressure. *Vestnik moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta = Vestnik MGSU. Monthly Journal on Construction and Architecture.* 2023;18(12):2025-2036. (In Russ.). https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.12.2025-2036. EDN: XFNJFU.
3. Cherepanova M.S., Shupletsov A.F. State Management of Real Estate of Industrial and Transport in an Unstable Economy. *Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. In-vestment. Construction. Real estate.* 2023;13(4):612-624. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-4-612-624. EDN: VPYFYI.
4. Abramova M.Yu., Kurochkina T.L. Regulatory and Technical Documentation: From Origins to Modern Times. *Zhilishchnoe stroitel'stvo = Housing Construction*. 2012;12:37-38. (In Russ.). EDN: PVPHHT.

5. Ostrovskii M.E. *Design of Ferrous Metallurgy, Chemical and Mechanical Engineering Plants.* Moscow: State Publishing House of Literature On Construction and Architecture, 1955. 39 p. (In Russ.).
6. Brodskii V.B. *Materials on The Basics of Technical and Economic Design of Ferrous Metallurgy Plants.* Moscow: Main Directorate of Scientific Research Organizations Under the State Economic Council of The USSR. Gipromez, 1960. 150 p. (In Russ.).
7. Smirnov S.V., Dezhkina I.P., Leshchenko M.I., Potasheva G.A. Kinds of The Industrial Potential. *Vestnik mashinostroeniya = Mechanical Engineering Bulletin*. 2008;9:84-87. (In Russ.). EDN: JVNSBH.
8. Vasyaycheva V.A., Sakhabieva G.A. Analysis of Activity of RPC 83 "Uralvagonzavod". *Vestnik mashinostroeniya = Mechanical Engineering Bulletin*. 2016;11:83-87. (In Russ.). EDN: XIBUFH.
9. Kalmykov Yu.P. Prospects for The Development of the Domestic Automobile Industry. *Vestnik mashinostroeniya = Mechanical Engineering Bulletin.* 2020;9:84-88. (In Russ.). https://doi.org/10.36652/0042-4633-2020-9-84-87. EDN: ALPTLK.
10. Lazarenko A.G., Omel'chenko I.N. Structurally-Attributed Models of Shop Floor Production and Logistics Systems. Storage Subsystem. *Vestnik mashinostroeniya = Mechanical Engineering Bulletin.* 2021;4:73-80. (In Russ.). https://doi.org/10.33652/0042-4633-2021-4-73-80. EDN: SGHHZR.
11. Rudnev Yu.P. *Privatization and Restructuring of Enterprises: (With Notes from German and Russian Practice).* Obninsk: State Central Institute for Advanced Studies, 1995. 120 p. (In Russ.).
12. Alpatov A.A. *Restructuring of Enterprises: (Basic Concepts and Methods of Implementation).* Kirov: Kirov Regional Printing House, 1998. 36 p. (In Russ.).
13. Manturov D.V. State Regulation in The Sphere of Industry Within 25 Years. Part 1. Industry of 1990s. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya = Public Administration Issues.* 2016;3:31-48. (In Russ.). EDN: WMQPXV.
14. Volkov R.V. The Verhulst Equation in Managing the Life Cycle of a Real Estate Facility. *Real Estate: Economics, Management*. 2023;1:21-26. https://doi.org/10.22337/2073-8412-2023-1-21-26. EDN: JDVIMO.
15. Zvonov I.A. Organizational and Production Features of the Process Conversion of Industrial Areas. *Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie = Real Estate: Economics, Management.* 2015;4:32-34. (In Russ.). EDN: VPSGUT.
26. Ibe E.E., Shibaeva G.N., Gogol D.D., Nikitin A.D. Developing The Spatial Composition of the Polar Youth Center by Renovating an Old Building in The City of Abakan. *Vestnik moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta = Vestnik MGSU. Monthly Journal on Construction and Architecture.* 2023;18(3):325-333. (In Russ.). https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.3.325-333. EDN: XPARYB.
17. Kirillova A.N., Manukhina O.A. Municipal Service Management System. *Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie = Real Estate: Economics, Management.* 2015;3:48-53. (In Russ.). EDN: VCHEOL.
18. Kulakov K.Yu. The Concept of Forming and Devel-Oping Competitive Territorial Reproductive Property Systems in Turbulent Economic Environment. *Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie = Real Estate: Economics, Management.* 2015;3:10-16. (In Russ.). EDN: VCHEKZ.
19. Lynyakov M.A., Gnevanov M.V. Forming The Portfolio of Orders for Investment and Construction Businesses in Special Economic Zones. *Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie = Real Estate: Economics, Management.* 2016;4:74-77. (In Russ.). EDN: YGBSSH.
20. Pavlov A.S. Public Procurement in Construction: A Critical Review. *Vestnik moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta = Vestnik MGSU. Monthly Journal on Construction and Architecture.* 2022;17(3):377-385. (In Russ.). https://doi.org/10.22227/1997-0935.2022.3.377-385. EDN: HNVRLD.
21. Pogrebnoy I.Ya. Features of Accounting and Valuation of Fixed Assets. *Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie = Real Estate: Economics, Management.* 2016;1:34-37. (In Russ.). EDN: VVTUXP.
22. Kulakov K.Yu., Orlov A.K., Kankhva V.S. Value Chains in Construction Based on the Concept of Lean Manufacturing in The Conditions of Digital Transformation. *Vestnik moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta = Vestnik MGSU. Monthly Journal on Construction and Architecture.* 2023;18(10):1647-1660. (In Russ.). https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.10.1647-1660. EDN: ONYUVJ.
23. Glazkova V.V., Belokonov A.V. The Application of Innovative Approaches to The Process of Determining the Initial Cost of Fixed Assets of Oil and Gas Enterprises. *Vestnik moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta = Vestnik MGSU. Monthly Journal on Construction and Architecture.* 2022;17(7):964-976. (In Russ.). https://doi.org/10.22227/1997-0935.2022.7.964-976. EDN: CTUWVK.
24. Amosov A.I. Industrial development as a means of overcoming the systemic crisis. *Ekonomika promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics.* 2009;3:8-12. (In Russ.). EDN: MUYPLH.
25. Brinza V.V., Germanova A.V., Kuznescov I.S. Alternatives of Developmen of Postcrisis Development of the Metallurgical Enterprises: Forecasting of Consequences. *Ekonomika promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics.* 2010;3:10-19. (In Russ.). EDN: MVLOKV.
26. Grinev S.A., Kvint V.L. Formation of Strategic Priorities of Industrial Development of the Russian Federation as an Innovative Factor in Overcoming Crisis Periods. *Ekonomika promyshlennosti = Russian*

Journal of Industrial Economics. 2023;16(3):275-283. (In Russ.). https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-275-283. EDN: GHAACG.
27. Kornilov D.A. Dynamics of Cost of Corporation as Indicator of a Sustainable Development of Business (on The Example of JSC Gazprom). *Ekonomika promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics.* 2014;1:55-61. (In Russ.). EDN: SCRFHF.
28. Lapkovskaya E.V. Development of Enterprise Monitoring System in Industrial Zones as a Management Tool for Reorganizing the Industrial City Zones of Moscow. *Ekonomika promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics.* 2011;1:91a-96. (In Russ.). EDN: NRBUWV.
29. Pleshchenko V.I. On The Issue of Socio-Historical Practice of Inter-Firm Coordination of Enterprises and The Creation of Business Networks in The Industry of The USSR. *Ekonomika promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics.* 2015;3:112-117. (In Russ.). https://doi.org/10.1707/2072-1663-2015-3-112-117. EDN: UYCIUP.
30. Romenets V.A., Il'ichev I.P. Global Financial Crisis and Russian Ferrous Metallurgy. *Ekonomika promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics.* 2009;1:8a-13. (In Russ.). EDN: MUYPBR.
31. Anisimov E.V. Industrializationas Conceived by Peter the Great. *Vestnik moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika = Moscow University Economic Bulletin.* 2023;2:147-158. (In Russ.). https://doi.org/10.55959/msu0130-0105-6-58-2-9. EDN: RUHVQT.
32. Cherepanova M.S. The Study of the Industrial Infrastructure of Irkutsk-II During World War II. *Baikal Research Journal.* 2023;14(4):1521-1531. (In Russ.). https://doi.org/10.17150/2411-6262.2023.14(4).1521-1531. EDN: BMPBCX.
33. Voronchikhin D.V. On The Issue of Regulating Transactions with Assets Alienated from Foreign Companies Leaving the Russian Market. *Imushchestvennye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii = Property Relations in the Russian Federation.* 2024;2(269):16-21. (In Russ.). EDN: IHRRVR.
34. Cherepanova M.S., Shupletsov A.F. Review of Industrial Sites of the Automotive Industry During the Crisis of 2022. In: *Upravlenie innovatsionnymi i investitsionnymi protsessami i izmeneniyami v sovremennykh usloviyakh: materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Management of Innovation and Investment Processes and Changes in Modern Conditions: Materials of The VI International Scientific and Practical Conference.* 26–27 October 2023, Saint Petersburg. Saint Petersburg; 2023, p. 156-164. (In Russ.).

Информация об авторах

Черепанова Мария Сергеевна,
аспирант,
Байкальский государственный университет,
664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, Россия,
✉e-mail: cheremaha@yandex.ru,
010623@bgu.ru
https://orcid.org/0009-0005-6184-4308
Author ID: 1220860

Шуплецов Александр Федорович,
д.э.н., профессор,
профессор кафедры экономики предприятия
и предпринимательской деятельности,
Байкальский государственный университет,
664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, Россия,
e-mail: ssa@isea.ru, shupletsovaf@bgu.ru
https://orcid.org/0000-0002-9595-9163
Author ID: 505713

Information about the authors

Maria S. Cherepanova,
Postgraduate Student,
Baikal State University,
11 Lenin St., Irkutsk 664003, Russia,
✉e-mail: cheremaha@yandex.ru,
010623@bgu.ru
https://orcid.org/0009-0005-6184-4308
Author ID: 1220860

Aleksandr V. Shupletsov,
Dr. Sci. (Econ.)., Professor,
Professor of Chair of Enterprise Economy
and Entrepreneurship Activity,
Baikal State University,
11 Lenin St., 664003 Irkutsk, Russia,
e-mail: ssa@isea.ru, shupletsovaf@bgu.ru
https://orcid.org/0000-0002-9595-9163
Author ID: 505713

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflict 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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 09.04.2024.
Одобрена после рецензирования 26.04.2024.
Принята к публикации 29.04.2024.

Information about the article

The article was submitted 09.04.2024.
Approved after reviewing 26.04.2024.
Accepted for publication 29.04.2024.

Научная статья
УДК 725.95
EDN: FLIXLV
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-292-300

Разработка модели оценки технического состояния Багдадских мостов

М. А. Аль-Жанаби[1]✉
[1]Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Целью данной статьи является разработка значимой модели для оценки состояния мостов, которая служит вторичным источником информации при определении рейтингов их состояния не только в г. Багдаде, но и в других регионах со схожими условиями эксплуатации. Также в статье представлены такие методы, как математическая статистика, теория вероятностей и математическая теория планирования, с помощью которых был проведен эксперимент с использованием результатов обследования мостов. В настоящее время для определения срока службы сооружений Комиссией по аудиту используются финансовые модели амортизации, а альтернативной формулы для прогнозирования срока службы мостов в стране не существует. На основе имеющихся исследований моделей износа в статье рассмотрен новый подход. В основу подхода были положены последние оценки состояния тридцати конструктивных элементов моста и результаты инспекций, проведенных Департаментом общественных работ и автодорожных мостов. Задача состояла в том, чтобы определить, могут ли имеющиеся данные служить значимыми переменными для определения регрессионной модели, которая поможет предсказать оценку состояния таких мостов в г. Багдаде. Использование статистических данных для определения коэффициентов и зависимых переменных позволило получить значимую модель оценки состояния мостов, которая может использоваться для определения их технического состояния.

Ключевые слова: модель износа, оценка состояния моста, регрессионная модель, срок службы

Для цитирования: Аль-Жанаби М.А. Разработка модели оценки технического состояния Багдадских мостов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 292–300. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-292-300. EDN: FLIXLV.

Original article

Development of a model for assessing the technical condition of Baghdad bridges

Al-Janabi Mohammed. A[1]✉
[1]Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

Abstract. The research aims to develop a significant model for assessing the condition of bridges. This model may serve as a supplementary source of information in determining bridge condition ratings not only in Baghdad, but also in other regions with similar operating conditions. The authors also used the methods of mathematical statistics, probability theory, and mathematical theory of planning to conduct an experiment using the results of bridge survey. Currently, the Commission on Audit uses financial depreciation models to determine the service life of structures, with no alternative formulas available for predicting this parameter in the country. Therefore, the authors consider a new approach on the basis of available research on depreciation models. This approach is based on assessment of the condition of 30 structural elements of a bridge, as well as the results of inspections conducted by the Department of Public Works and Highway Bridges. The purpose was to determine the applicability of available data as meaningful variables in identifying a regression model to predict the condition of such bridges in Baghdad. Statistical data for determining the coefficients and dependent variables provided a relevant model for bridge condition assessment, which can be applied to identify the technical state of bridge structures.

Keywords: deterioration model, bridge condition assessment, regression model, service life

For citation: Al-Janabi M.A. Development of a model for assessing the technical condition of Baghdad bridges. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):292-300. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-292-300. EDN: FLIXLV.

ВВЕДЕНИЕ

Мосты на автомобильных дорогах играют важную роль в транспортной системе для экономического развития любой страны. С их помощью обеспечиваются короткие маршруты для пассажирских и грузовых перевозок, соединяются острова с островами, провинции с провинциями и территории внутри городских агломераций. Как и все технические сооружения, мосты имеют ограниченный срок службы. Определение их точного срока службы является общей проблемой не только в г. Багдад, но и во всем мире.

Необходимость в расчете их срока службы возникает при планировании работы государственных органов и распределении бюджета на транспортную инфраструктуру и реализацию других проектов [1–3]. Для поддержания мостов в безопасном состоянии необходимо планировать их техническое обслуживание и ремонт в зависимости от срока эксплуатации, состава и интенсивности движения, атмосферных воздействий, конструкционных материалов и типа моста [4, 5].

Рациональное решение о техническом обслуживании, ремонте или замене конструктивных элементов должно основываться на прогнозировании ожидаемого срока службы и выборе вариантов проведения ремонтных работ. Для этого требуется разработка методического подхода для прогнозирования срока службы моста, который позволяет не только оценить техническое состояние его конструкций, но и выбрать мероприятия по обеспечению требуемой надежности в соответствии с его фактическим состоянием [6, 7].

Таким образом, существует необходимость в разработке математической модели для прогнозирования срока службы автодорожных мостов, которая учитывала бы характеристики транспортного потока, тип моста и воздействующие на его конструктивные элементы факторы внешней среды.

Было проведено исследование по разработке регрессионной математической модели, позволяющей спрогнозировать срок службы моста. Эта модель может быть использована не только для оценки состояния мостов в г. Багдаде, но и в других регионах, где есть аналогичные мосты со схожими условиями эксплуатации. Модель также может быть полезна для органов власти, планирующих развитие транспортной инфраструктуры и распределения бюджета на эти цели. Они смогут стратегически планировать обслуживание мостов, чтобы обеспечить ремонт и содержание в наиболее оптимальные сроки [8].

МЕТОДЫ

Разработка модели оценки технического состояния выполнена на основе применения методов математической статистики, теории вероятностей и математической теории планирования эксперимента с использованием результатов обследования мостов. При этом применены результаты исследований М. Лианга [9], который использовал производный метод расчета для получения надежных прогнозов срока службы мостовых конструкций.

Предлагаемая модель исходит из предположения о том, что срок службы конструктивных элементов моста зависит линейно от переменных, являющихся количественным выражением факторов транспортной нагрузки, типа моста и атмосферных воздействий.

Следовательно, математическим отображением наиболее существенных взаимосвязей между сроком службы моста и влияющими на него факторами может быть математическая модель множественной линейной регрессии (рис. 1) [10].

В состав таких факторов предложено включить время начала коррозии под воздействием среды, насыщенной хлором, а также время депассивации распространения коррозии после ее открытия, что способствует увеличению срока службы. При сборе данных для разработки модели оценки технического состояния мостов были использованы результаты диагностики мостовых сооружений г. Багдада.

Определение параметров выборочной совокупности мостовых сооружений осуществлялось на основе оценки однородности дисперсий и адекватности функции отклика (прогнозируемого срока службы) [11, 12]. В исследовании использовались данные Департамента общественных работ и автодорожных мостов с 2010 по 2023 г. Накопленные данные, взятые из отчета инспекторов мостов, были получены на основе визуальной оценки общего состояния моста и измерительного оборудования для исследования параметров технического состояния конструктивных элементов [13, 14].

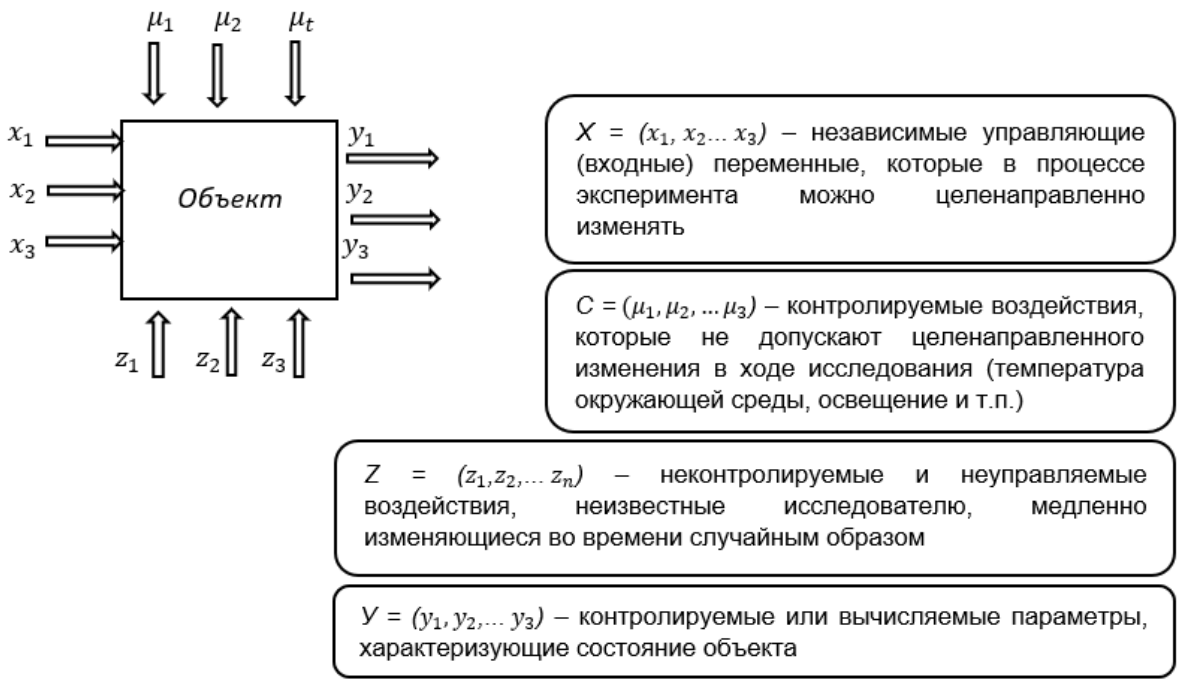


Рис. 1. Математическое отображение наиболее существенных взаимосвязей между сроком службы и факторами
Fig. 1. Mathematical representation of the most significant relationships between service life and factors

Под общим состоянием моста понимается оценка, данная мостовым инспектором конкретному мосту.

Состояние моста может быть оценено как отличное, хорошее, ненадежное и аварийное (табл. 1).

При оценке состояния мостов выводы делаются на основе результатов наблюдений и измерений [15–17].

Состояние конструкций может быть описано как:

– хорошее – нет дефектов, влияющих на работоспособность, целостность и долговечность конструкции;

– удовлетворительное – есть дефекты, влияющие на долговечность;

– ненадежное – есть дефекты, влияющие на эксплуатационные характеристики и целостность конструкции;

– аварийное – мост в этом состоянии имеет серьезные дефекты и считается не подлежащими ремонту.

Таблица 1. Характеристика состояния моста
Table 1. Characteristics of the bridge condition

Мост Состояние Рейтинг	Оценка Индикаторы Первичные компоненты и вторичные компоненты, влияющие на характеристики конструкции	Рекомендуемые контрмеры
Хорошее	0	Рутина Техническое обслуживание
Удовлетворительное	1	Капитальный ремонт (ремонт, защитные работы, укрепление)
Ненадежное	2	Капитальный ремонт или модернизация
Аварийное	3	Модернизация или замена

После проверки полноты имеющихся данных была сделана целенаправленная выборка из 30 мостов на автомобильных дорогах в г. Багдаде (табл. 2) и определены соответствующие переменные для построения математической модели (рис. 2).

Статистическим инструментом, используемым для правильного анализа собранных данных и информации, является математическая теория планирования эксперимента. В качестве логико-математического описания зависимости срока службы моста от влияющих на него факторов использовалось уравнение линейной множественной регрессии. Это позволило математически формализовать связь между переменными и параметром оптимизации (срок службы) в виде математической модели [18–21].

Таблица 2. Данные мониторинга из отчета Департамента общественных работ и автодорожных мостов
Table 2. Monitoring data from the report of the Department of public works and road bridges

№	Состояние Рейтинг	Срок службы моста	Интенсивность движения	Материалы конструкций
1	0	42	30,093	1
2	0	30	42,938	1
3	2	49	18,784	1
4	1	25	78,373	1
5	1	33	54,352	1
6	1	20	48,593	1
7	0	8	28,733	1
8	1	21	50,554	1
9	1	41	14,222	1
10	2	62	11,655	1
11	0	20	123,788	1
12	1	64	42,049	1
13	1	39	46,893	1
14	1	44	46,893	1
15	0	5	45.402	0
16	1	37	55,665	0
17	0	37	81,319	0
18	1	47	6,193	1
19	0	19	119,856	1
20	2	44	148,769	1
21	1	42	13,314	1
22	1	42	20,571	1
23	0	41	29,335	1
24	3	66	15,508	1
25	0	8	19,968	1
26	1	42	19,636	1
27	0	21	18,784	1
28	1	50	18,233	1
29	1	47	7,836	1
30	0	17	22,636	1

Ввиду ее сложности расчеты коэффициентов регрессии проводились с использованием стандартной компьютерной программы. В данном исследовании использовалась программа Statistical Package for Social Sciences (SPSS) версии 17.0.

Общее уравнение записывается в виде:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$$

где

y – прогнозируемая зависимая переменная,

x_i – независимые переменные,

a, b_i – коэффициенты регрессии, полученные на основе обработки статистической информации.

Адекватность полученной модели оценивалась по следующим характеристикам:

– коэффициент детерминации (R);

– скорректированный коэффициент детерминации (R^2);

– тест на нормальность.

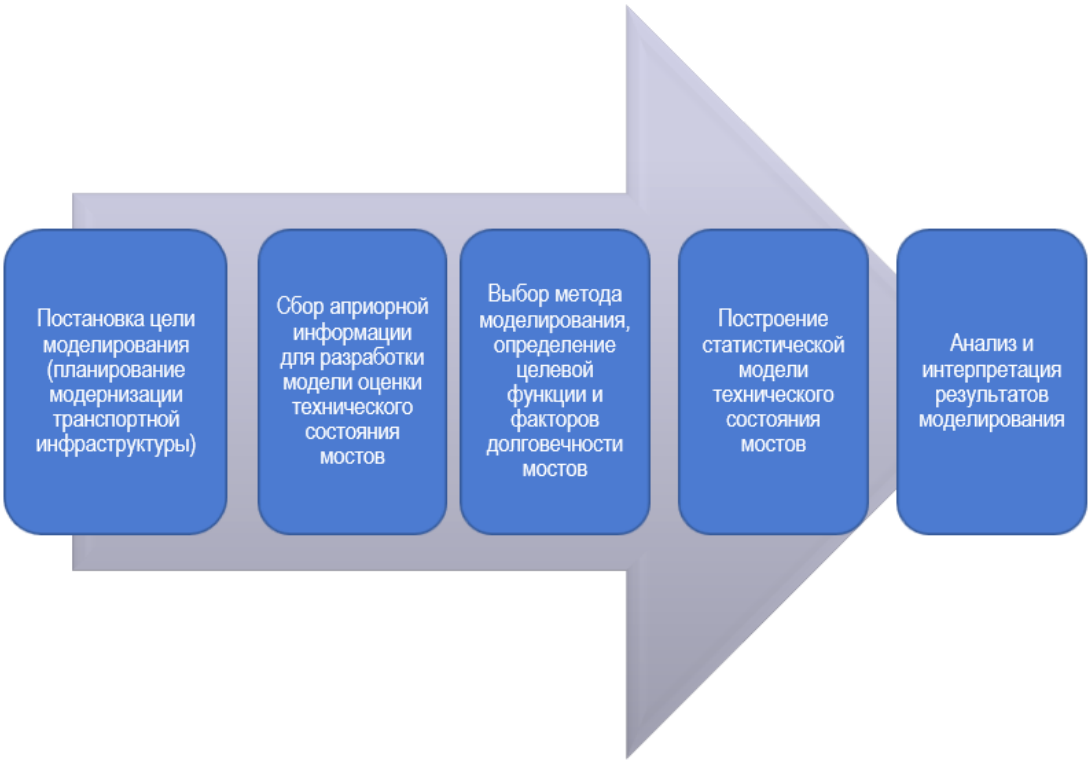


Рис. 2. Основные этапы разработки модели
Fig. 2. The main stages of model development

Модель

Независимыми переменными, рассматриваемыми в данном исследовании для оценки срока службы моста, являются состав и интенсивность движения (СТД), материалы конструкций (МК), время начала коррозии под воздействием среды (СММ). В результате была получена единственная зависимая переменная – состояние (рейтинг) моста (СР):

$$(\text{СР}) = a + b_1\,(\text{ССМ}) + b_2\,(\text{СТД}) + b_3\,(\text{МК}). \quad (1)$$

В табл. 3 и табл. 4. приведены сводные данные для 30 выборок оценки состояния мостов.

Таблица 3. Результаты[d] моделирования
Table 3. Simulation results

Модель	R	R^2	Скорректированный R^2	Ошибка оценки
1	$0{,}891^a$	0,794	0,778	0,434
2	$0{,}887^b$	0,787	0,772	0,364
3	$0{,}883^c$	0,780	0,764	0,245

Примечания:
a. Предикторы: (Константа), СТД, ССМ, МК.
b. Предикторы: (Константа), МК, ССМ
c. Предикторы: (Константа), ССМ
d. Зависимая переменная: СР

Анализ полученных значений показывает, что влияние изменения срока начала коррозии (ССМ) на прогнозирование оценки состояния моста является значимым.

Следовательно, разработанная модель и проведенный анализ может быть применен при прогнозировании и оценке состояния мостов в г. Багдаде и других регионах со схожими условиям эксплуатации. Для этого модель (1) может быть представлена более простым уравнением.

Обобщенный вид модели выглядит следующим образом:

$$\text{СР} = f\,(\text{ССМ}) \quad (2)$$

При этом уравнение модели, полученное из (1), записывается в виде:

$$\text{СР} = -0{,}373 + 0{,}033(\text{ССМ}) \quad (3)$$

Таблица 4. Результаты расчета коэффициента[a] регрессии
Table 4. Results of calculation of the regression coefficient[a]

Модель		Нестандартизированный Коэффициенты		Стандартизированный Коэффициенты	T
		B	Стандарт Ошибка	Бета	
1	(Константа)	-0,648	0,434	–	1,491
	Срок службы моста	0,033	0,007	0,709	4,909
	Среднесуточное движение	1,697E-6	0,000	0,080	0,554
	Материалы конструкций	0,216	0,353	0,086	0,611
2	(Константа)	-0,521	0,364	–	1,429
	Срок службы моста	0,032	0,007	0,690	4,983
	Материалы конструкций	0,191	0,345	0,076	0,552
3	(Константа)	-0,373	0,245	–	1,524
	Срок службы моста	0,033	0,006	0,704	5,249

Примечания:
а. Зависимая переменная: CP

Результаты и дискуссия

В ходе исследования удалось установить, что в условиях эксплуатации мостов в г. Багдаде среди факторов, определяющих срок службы моста наиболее значимым является время начала и депассивации распространения коррозии. Период времени для получения выборки, использованной в исследовании, составлял от 5 лет до 64 при среднем значении 35 лет. Также было определено, что конструкционные материалы, использованные при строительстве исследуемых мостов, не являются значимыми, поскольку выборка состояла из двух типов – 27 железобетонных и 3 стальных мостов. Что касается состава и интенсивности движения, то эти параметры также оказались незначительными, а диапазон данных составил от 6193 до 148769 автомобилей в сутки при среднем значении 42698 автомобилей в сутки.

Наконец, было получено равновесное распределение различных оценок состояния мостов: 12 хороших, 14 удовлетворительных, 3 ненадежных и 1 аварийный, что совпало с данными в отчете городского инспектора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возможность определения срока службы мостов на основе разработанной модели может обеспечить плановые оценки срока службы мостовых сооружений.

Использование модели позволяет планировать более конкретные сроки профилактического обслуживания, модернизации, или даже замены конструктивных элементов мостов.

Помимо этого, появляется возможность оптимизации распределения средств и планирования бюджета на развитие и содержание транспортной инфраструктуры городских агломераций. В ходе исследования удалось разработать значимую модель для оценки состояния мостов, которая служит вторичным источником информации при определении рейтингов состояния мостов в Багдаде других регионах со схожими условиями эксплуатации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сазонов С.Л. Россия-Китай: сотрудничество в области транспорта. М.: ИДВ РАН, 2012. 268 с.
2. Ermoshin N.A. Predicting The Risk of Road Pavement Premature Destruction // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1479. P. 1–11. http://doi.org/10.1088/1742-6596/1479/1/012142.
3. Maher M., Mujib R., Senthan M. Distress Based Pavement Performance Prediction Models // Eighth International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements (Singapore, 27–29 July 2016). Singapore, 2016. P. 357–368. http://doi.org/10.3850/978-981-11-0449-7-052-cd.
4. Нигаматова О.И., Овчинников И.Г. Системы управления состоянием мостовых сооружений // Вестник Евразийской науки. 2015. Т. 7. № 3 (28). С. 1–15. https://doi.org/10.15862/09TVN315. EDN: UMFXUT.
5. Комиссаров Д.В., Комиссаров А.В. Разработка и исследование методики прокладки сканерных ходов // Геодезия и картография. 2008. № 4. С. 14–16. EDN: ISDLBX.

6. Карапетов Э.С., Белый А.А. Вопросы оценки технико-эксплуатационных показателей мостовых сооружений Санкт-Петербурга // Сб. материалов 66-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета (г. Санкт-Петербург, 03–05 февраля 2009 г.). СПб, 2009. С. 11–17. EDN: ZMBNFX.
7. Gomez T. Highways to Hell Are Paved with Good Intentions: Road Building and Violence in Iraq. London: Imperial College London, 2022. 48 p. https://doi.org/10.2139/ssrn.3997581.
8. Al-Mansoori T., Abdalkadhum A., Al-Husainy A.S. A GIS-Enhanced Pavement Management System: A Case Study in Iraq // Journal of Engineering Science and Technology. 2020. Vol. 15. Iss. 4. P. 2639–2648.
9. Бенин А.В., Карапетов Э.С., Белый А.А. Особенности содержания, ремонта и реконструкции мостовых сооружений на городских магистралях Санкт-Петербурга // Транспорт, наука, бизнес: проблемы и стратегия развития. Материалы Всеросс. науч.-техн. конф., посвященной 130-летию Свердловской железной дороги (г. Екатеринбург, 16–17 октября 2008 г.). Екатеринбург, 2008. С. 1–12. EDN: ZMBJMF.
10. Карапетов Э.С., Белый А.А. Методы оценки технико-эксплуатационных показателей железобетонных мостовых сооружений Санкт-Петербурга // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2009. № 2 (19). С. 177–187. EDN: KVKFKX.
11. Saif Abdul Ameer Wattan, Maythm Al-Bakri Development of Bridges Maintenance Management System based on Geographic Information System Techniques (Case study: Al-Muthanna\Iraq) // Journal of Engineering. 2020. Vol. 26. Iss. 9. P. 137–154. http://doi.org/10.31026/j.eng.2020.09.09.
12. Rostam S. Service Life Design of Concrete Structures - A Challenge to Designers as Well as to Owners // Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing). 2005. Vol. 6. Iss. 5. P. 423–445. Режим доступа: https://www.sid.ir/paper/298600/en (дата обращения: 10.01.2024).
13. Карапетов Э.С., Белый А.А. Эксплуатационное состояние железобетонных мостовых сооружений Санкт-Петербурга // Сб. трудов «125 лет в мостостроении». 2008. С. 62–68. EDN: ZMFEJJ.
14. Лантух-Лященко А.И. Проблема оценки долговечности железобетонных мостов // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна. 2008. № 21. С. 130–138. EDN: RWLSFK.
15. Карапетов Э.С., Шестовицкий Д.А. Прогнозирование срока службы железобетонных мостов с учетом внешних факторов и особенностей бетона защитного слоя // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2014. № 2 (39). С. 17–29. EDN: SGRTNV.
16. Нигаматова О.И., Овчинников И.Г. Системы управления состоянием мостовых сооружений // Вестник Евразийской науки. 2015. Т. 7. № 3 (28). С. 1–15. https://doi.org/10.15862/09TVN315. EDN: UMFXUT.
17. Бенин А.В., Семёнов А.С., Семёнов С.Г., Мельников Б.Е. Конечно-элементное моделирование процессов разрушения и оценка ресурса элементов автодорожного моста с учетом коррозионных повреждений // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 7 (33). С. 34–42. EDN: PHGQPP.
18. Никитин С.В., Белов В.В. Прогнозирование срока службы железобетонных конструкций транспортных сооружений // Вестник Евразийской науки. 2014. № 5 (24). С. 1–20. EDN: TKELFF.
19. Гуга Н.А., Аверченко Г.А., Васильев К.А., Борисов В.А., Исмаилов А.М. Планирование затрат и пути совершенствования службы эксплуатации мостов // Транспортные системы и технологии. 2021. Т. 7. № 2. С. 30–41. https://doi.org/10.17816/transsyst20217230-41. EDN: SMTTJI.
20. Ming-Te Liang, Li-Hsien Lin, Chih-Hsin Liang Service Life Prediction of Existing Reinforced Concrete Bridges Exposed to Chloride Environment // Journal of Infrastructure Systems. 2002. Vol. 8. Iss. 3. P. 76–85. https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2002)8:3(76).
21. Ермошин Н.А., Романчиков С.А., Аверьянов Д.А. Имитационное моделирование риска разрушения дорожных конструкций в межремонтный период // Путевой навигатор. 2022. № 50 (76). С. 30–41. EDN: LNFPKN.

REFERENCES

1. Sazonov S.L. *Russia-China: Cooperation in The Field of Transport*. Moscow: IFES RAS, 2012. 268 p. (In Russ.).
2. Ermoshin N.A. Predicting The Risk of Road Pavement Premature Destruction. *Journal of Physics: Conference Series.* 2020;1479:1-11. http://doi.org/10.1088/1742-6596/1479/1/012142.
3. Maher M., Mujib R., Senthan M. Distress Based Pavement Performance Prediction Models. In: *Eighth International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements.* 27–29 July 2016, Singapore. Singapore, 2016. P. 357-368. http://doi.org/10.3850/978-981-11-0449-7-052-cd.
4. Nigamatova O.I., Ovchinnikov I.G. Systems of State Management Bridges. *Vestnik Evraziiskoi nauki = The Eurasian Scientific Journal.* 2015;7;3(28):1-15. (In Russ.). https://doi.org/10.15862/09TVN315. EDN: UMFXUT.

5. Komissarov D.V., Komissarov A.V. Development and Research of the Scanner Routs Laying Method. *Geodeziya i kartografiya = Geodesy and Cartography*. 2008;4:14-16. (In Russ.). EDN: ISDLBX.
6. Karapetov E.S., Belyi A.A. Issues of Assessment of Technical and Operational Indicators of Bridge Structures of Saint Petersburg. In: *Sbornik materialov 66-i nauchnoi konferentsii professorov, prepodavatelei, nauchnykh rabotnikov, inzhenerov i aspirantov universiteta = Collection of Materials of The 66th Scientific Conference of Professors, Teachers, Researchers, Engineers and Graduate Students of the University.* 03–05 February 2009, Saint Petersburg. Saint Petersburg; 2009. P. 11-17. (In Russ.). EDN: ZMBNFX.
7. Gomez T. *Highways to Hell Are Paved with Good Intentions: Road Building and Violence in Iraq*. London: Imperial College London, 2022. 48 p. https://doi.org/10.2139/ssrn.3997581.
8. Al-Mansoori T., Abdalkadhum A., Al-Husainy A.S. A GIS-Enhanced Pavement Management System: A Case Study in Iraq // Journal of Engineering Science and Technology. 2020;15(4):2639-2648.
9. Benin A.V., Karapetov E.S., Belyi A.A. Features of Maintenance, Repair and Reconstruction of Bridge Structures On City Highways of Saint Petersburg. In: *Transport, nauka, biznes: problemy i strategiya razvitiya. Materialy Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, posvyashchennoi 130-letiyu Sverdlovskoi zheleznoi dorogi = Transport, Science, Business: Problems and Development. Strategy. Materials of The All-Russian Scientific and Technical Conference Dedicated to The 130th Anniversary of The Sverdlovsk Railway.* 16–17 October 2008, Ekaterinburg. Ekaterinburg;2008. P. 1–12. (In Russ.). EDN: ZMBJMF.
10. Karapetov E.S., Belyi A.A. Methods for assessing the technical and operational indicators of reinforced concrete bridge structures in Saint Petersburg. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putei soobshcheniya = Proceedings of Petersburg Transport University.* 2009;2(19):177-187. (In Russ.). EDN: KVKFKX.
11. Saif Abdul Ameer Wattan, Maythm Al-Bakri Development of Bridges Maintenance Management System based on Geographic Information System Techniques (Case study: Al-Muthanna\Iraq). *Journal of Engineering.* 2020;26(9):137-154. http://doi.org/10.31026/j.eng.2020.09.09.
12. Rostam S. Service Life Design of Concrete Structures - A Challenge to Designers as Well as to Owners. Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing). 2005;6(5):423-445. Available from: https://www.sid.ir/paper/298600/en [Accessed 10 January 2024].
13. Karapetov E.S., Belyi A.A. Operational condition of reinforced concrete bridge structures in Saint Petersburg. In: Sbornik trudov «125 let v mostostroenii» = Collection of Works “125 Years in Bridge Construction”. 2008:62-68. (In Russ.). EDN: ZMFEJJ.
14. Lantukh-Liashchenko O.I. The Problem of Estimating the Durability of the Reinforced Concrete Bridges. *Vestnik Dnepropetrovskogo natsional'nogo universiteta zheleznodorozhnogo transporta im. akademika V. Lazaryana = Bulletin of Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after. Academician V. Lazaryan.* 2008;21:130-138. (In Russ.). EDN: RWLSFK
15. Karapetov E.S., Shestovitskiy D.A. Service Life Prediction for Reinforced Concrete Bridges, Considering External Factors and Special Features of the Concrete of Protection Layer. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putei soobshcheniya = Proceedings of Petersburg Transport University.* 2014;2(39):17-29. (In Russ.). EDN: SGRTNV.
16. Nigamatova O.I., Ovchinnikov I.G. Systems of State Management Bridges. *Vestnik Evraziiskoi nauki = The Eurasian Scientific Journal.* 2015;7;3(28):1-15. (In Russ.). https://doi.org/10.15862/09TVN315. EDN: UMFXUT.
17. Benin A.V., Semenov A.S., Semenov S.G., Melnikov B.E. Finite Element Modeling of Fracture Processes and Estimation of Durability of the Road Bridge with Account of Corrosion Damages. *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal = Magazine of Civil Engineering.* 2012;7(33):34-42. (In Russ.). EDN: PHGQPP.
18. Nikitin S.V., Belov V.V. Reinforced Concrete Construction Durability Estimation of Transport Constructions. *Vestnik Evraziiskoi nauki = The Eurasian Scientific Journal.* 2014;5(24):1-20. (In Russ.). EDN: TKELFF.
19. Guga N.A., Averchenko G.A., Vasilev K.A., Borisov V.A., Ismailov A.M. Costs Planning and Ways to Improve Bridge Operation Service. *Transportnye sistemy i tekhnologii = Transport Systems and Technologies.* 2021;7(2):30-41. (In Russ.). https://doi.org/10.17816/transsyst20217230-41. EDN: SMTTJI.
20. Ming-Te Liang, Li-Hsien Lin, Chih-Hsin Liang Service Life Prediction of Existing Reinforced Concrete Bridges Exposed to Chloride Environment. *Journal of Infrastructure Systems*. 2002;8(3):76-85. https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2002)8:3(76).
21. Ermoshin N.A., Romanchikov S.A., Aver'yanov D.A. Simulation Modeling of the Risk of Destruction of Road Structures During the Period Between Repairs. *Putevoi navigator = Path Navigator*. 2022;50(76):30-41. (In Russ.). EDN: LNFPKN.

Информация об авторе

Аль-Жанаби Мохаммед Абдулкарим Салим,
аспирант,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
195251, г. Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, 29, Россия
✉e-mail: Mohammedengineer51@yahoo.com

Information about the author

Al-Janabi. Mohammed. A.,
Postgraduate Student,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
29, Polytechnicheskaya St., 195251,
Saint Petersburg, Russia
✉e-mail: Mohammedengineer51@yahoo.com

Вклад автора

Автор провел исследование, подготовил рукопись к печати и несет ответственность за плагиат.

Contribution of the author

Autor has conducted the study, prepared the manuscript for publication and bears the re-sponsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Conflict of interests

The author declare no conflict of interests regaring the publication of this article.

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

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 02.04.2024.
Одобрена после рецензирования 22.04.2024.
Принята к публикации 23.04.2024.

Information about the article

The article was submitted 02.04.2024.
Approved after reviewing 22.04.2024.
Accepted for publication 23.04.2024.

Научная статья
УДК 546.711:542.67
EDN: PESWHS
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-301-310

Комбинированное извлечения марганца при водоочистке техногенных растворов

В.И. Дударев[1]✉, Е.Г. Филатова[2], В.Н. Кульков[3]
[1,2,3]Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Для деманганации техногенных водных растворов представлен метод, основанный на электрокоагуляционной очистке водных систем от больших содержаний металлов и доизвлечения ионов марганца (II) адсорбционным способом с помощью углеродных сорбентов. Используется коагуляционная технология на электрогенерируемом гидроксиде алюминия. По данным дифрактометрических исследований такой гидроксид имеет аморфную пористую структуру гидрогеля с развитой сорбирующей поверхностью. Мицелярное строение свежегенерируемого гидроксида алюминия, отнесенного к модификации гиббсита, может быть представлено коллоидной частицей: $\{[m\ Al(OH)_3]\ nAl(OH)_2^+\ (n\text{-}x)\ OH^-\}^{x+}\ xOH^-$. Ассоциативный процесс сорбции на гиббсите идет за счет дисперсионного взаимодействия, которое осуществляется силой электростатического притяжения мгновенного и индуцированного диполей электрически нейтральных молекул сорбента и гидроксоаквакомплекса марганца $[Mn\ (OH_2)_2(OH)_2]^0$. Предельная величина адсорбции ионов марганца при 298 К и pH 5,8 составила 4,9 ммоль/г, а значение константы адсорбционного равновесия $1{,}36 \cdot 10^4$. Расход количества электричества соответствовал 12,0 А·ч при оптимальном времени электрокоагуляции 15 мин и плотности тока 1,6 мА/см^2. Доочистка водных растворов с использованием углеродных сорбентов выполняется в слабощелочной среде при pH 7,5. Величина сорбции марганца достигает 1,68 ммоль/г. Ресурсосберегающий эффект переработки техногенных гидроминеральных ресурсов достигается значительным снижением содержания солей тяжелых металлов и получением из отходов очистки воды востребованных смешанных коагулянтов сульфатов алюминия и железа. Положительным является и то, что при электрохимической очистке воды производится ее обеззараживание, улучшаются ее огранолептические показатели.

Ключевые слова: техногенные растворы, деманганация, электрокоагуляция, сорбция

***Для цитирования*:** Дударев В.И., Филатова Е.Г., Кульков В.Н. Комбинированное извлечение марганца при водоочистке техногенных растворов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 301–310. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-301-310. EDN: PESWHS.

Original article

Combined extraction of manganese during water purification of technogenic solutions

Vladimir I. Dudarev[1]✉, Elena G. Filatova[2], Victor N. Kulkov[3]
[1,2,3]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. A method for demanganization of technogenic aqueous solutions is presented. This method involves electrocoagulation purification of aqueous systems from high metal contents and extraction of manganese (II) ions by carbon sorbent adsorption. A coagulation technology based on electrogenerated aluminum hydroxide was used. According to diffraction analysis, such a hydroxide exhibits an amorphous porous hydrogel structure with a developed sorbing surface. The micellar structure of the as-generated aluminum hydroxide, which was attributed to a modification of gibbsite, is represented by the following colloidal particle: $\{[m\ Al(OH)_3]\ nAl(OH)_2^+\ (n\text{-}x)\ OH^-\}^{x+}\ xOH^-$. The associative process of sorption on gibbsite occurs by dispersion interaction, which is governed by the force of electrostatic attraction of

instantaneous and induced dipoles of electrically neutral sorbent molecules and the $[Mn(OH_2)_2(OH)_2]^0$ manganese hydroxo-aquo complex. The adsorption limiting value of manganese ions amounted to 4.9 mmol/g at 298 K and pH 5.8, with the adsorption equilibrium constant reaching $1.36 \cdot 10^4$. The electricity consumption corresponded to 12.0 A·h at an optimal electrocoagulation duration of 15 min and a current density of 1.6 мА/cm^2. The final purification of aqueous solutions using carbon sorbents was conducted in a slightly alkaline medium at pH 7.5. The manganese sorption value reached 1.68 mmol/g. Therefore, the resource-saving effect of processing of technogenic hydro-mineral solution is manifested in a significant reduction of heavy metal salts and in obtaining of demanded mixed coagulants of aluminum and iron sulfates from water purification wastes. Another positive effect of electrochemical water purification consist in water disinfection and its improved ogranoleptic parameters.

Keywords: technogenic solutions, demanganation, electrocoagulation, sorption

For citation: Dudarev V.I., Filatova E.G., Kulkov V.N. Combined extraction of manganese during water purification of technogenic solutions. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):301-310. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-301-310. EDN: PESWHS.

ВВЕДЕНИЕ

Методы и приемы извлечения марганца из различных природных и техногенных растворов имеют большое значение в водоподготовке для питьевого и технологического использования [1]. Как правило, для этого применяются недорогие и эффективные способы, показавшие себя, в том числе и в решении экологических проблем [2–8]. Однако, защитная роль многих действующих сооружений для очистки воды, их подземных или поверхностных источников, крайне низка. Станции водоочистки, действующие по традиционным технологиям осаждения, отстаивания, фильтрации и хлорирования не обеспечивают требования нормативных показателей по удалению многих загрязняющих и вредных примесей [9–10]. Значимая физиологическая и экологическая роль марганца, факты, указывающие на неблагоприятное политропное действие металла при его попадании в организм в значительных количествах, вызывают необходимость внимательного отношения к его присутствию в используемых водных растворах. Рекомендуемый СНИП 2.04.02-84 метод деманганации очищаемой воды с помощью перманганата калия позволяет удалять до 95 % металла[1]. Но высокий расход реактива на осаждение, дополнительный расход на окисление органических примесей при высокой цветности воды, необходимость утилизации значительных количеств осадка, приводит к тому, что применение перманганата калия для обеззараживания воды экономически нецелесообразно [10]. Исследовательские работы показали, что проблема деманганации техногенных растворов остается актуальной и востребованной [11–13]. Ресурсосберегающий и экологический эффект переработки техногенных гидроминеральных ресурсов может быть достигнут при электрохимической очистке воды [10]. Эффективным оказывается удаление марганца из воды углеродными пористыми материалами гранулированными или порошковыми углеродными сорбентами [14–17], особенно в периоды аварийных сбросов сточных вод. В этом случае решается проблема резкого ухудшения качества воды, пиковой дезодорации от запахов, привкусов, снижения замутненности и цветности воды [10]. Новые инновационные методы деманганации водных растворов можно отнести к комбинированным или гибридным приемам очистки воды [18–21]. Нами предложен двухвариантный метод, основанный на электрокоагуляционной очистке водных систем от больших содержаний металлов (поллютантов) и доизвлечения ионов марганца (II) адсорбционным методом с помощью углеродных сорбентов [22–25].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Комбинированная технология извлечения марганца представляется ресурсосберегающим способом переработки техногенных гидроминеральных ресурсов с получением востребованной товарной продукции из отходов очистки воды. Очистку технологических водных растворов от основной части ионов металлов целесообразно проводить электрокоагуляционным методом на свежеосаждаемом алюминии [22]. Для электролитического получения гидроксида алюминия использовали установку, включающую источник питания Б5-71, амперметр М-1104 и вольтметр М-243,

[1]Фрог Б.Н., Первов А.Г. Водоподготовка. М.: АСВ, 2015. 512 с.

электрохимическую ячейку объемом 100 см^3 с алюминиевыми электродами, кулонометр и реостат, термостат UNU-4. Силу тока варьировали от 4 до 160 мА при напряжении 12 В. Физико-химический исследования осадков выполняли на рентгенографическом дифрактометре D8 ADVANCE с детектором VÅNTEC-1 PSD. Остаточные количества ионов марганца доизвлекали адсорбционными приемами с использованием углеродных сорбентов [24].

Изучение адсорбционных свойств материалов проводили с использованием модельных растворов, изготовленных из солей металлов $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ и $Fe_2(SO_4)_3$ квалификации «хч» и дистиллированной воды. Реальный состав производственных водных растворов служил основой для создания заданных концентрации модельных растворов [23, 26]. Для подготовки модельных карьерных вод использовали растворы с концентрациями ионов марганца (II) от 5 до 70 мг/м^3 и ионов железа (III) до 70 мг/дм^3. Содержание ионов металлов в растворах устанавливали по стандартным методикам [27, 28]. Для определения адсорбционных характеристик материалов применяли методы переменных концентраций (от 1 до 70 мг/дм^3) и неизменных навесок (0,1 г). В экспериментальных растворах (100 см^3) массовое соотношение жидкой и твердой фаз составляло 1:100. Численное значение величины адсорбции (A, ммоль/г) вычисляли по формуле:

$$A = (C_0 - C_{равн})\ V / m$$

где C_0 и $C_{равн.}$ – исходная и равновесная концентрации металла в растворе, ммоль/дм^3, V – объем раствора, дм^3, m – масса сорбента, г. Для исключения влияния на процесс динамики перемещения ионов, опыты проводили в термостатированных условия при постоянной скорости перемешивания растворов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение алюминиевых электродов для электрокоагуляционной очистки воды основано на способности алюминия при пропускании постоянного электрического тока корродировать в положении анода с образованием катиона Al^{3+} и в дальнейшем переходить в свежегенерированный гидроксид $Al(OH)_3$ [22]. Дифрактометрические исследования показали, что такой гидроксид имеет аморфную пористую структуру гидрогеля с развитой сорбирующей поверхностью. Ионы тяжелых металлов активно реагируют с такой поверхностью и сорбируются благодаря разным механизмам взаимодействия [26]. Мицелярное строение генерируемого гидроксида алюминия, отнесенного к модификации гиббсита, может быть представлено коллоидной частицей: $\{[m\ Al(OH)_3]\ nAl(OH)_2^+\ (n\text{-}x)\ OH^-\}^{x+}\ xOH^-$. Коагулирующее действие на такую частицу могут оказывать сульфат-ионы, присутствующие в растворах. При этом снижается заряд коллоидной частицы и сжимается двойной электрический слой. В итоге такой процесс приводит к концентрационной коагуляции за счет потери заряда указанной частицей. Коллоидные частицы гидроксида алюминия, лишенные заряда, объединяются в более крупные агрегаты по следующей схеме:

$$(Al(OH)_3)_m + (Al(OH)_3)_m + \ldots (Al(OH)_3)_m \rightarrow (Al(OH)_3)_q \downarrow$$

В свою очередь ионы марганца (II) образуют, в зависимости от кислотности водного раствора, ряд мультизаряженных гидроксоаквакомплексов [29]. В частности, в слабощелочной среде существует нейтральный комплекс $[Mn\ (OH_2)_2(OH)_2]^0$, имеющий константу устойчивости 18,5 [27]. Вероятно, именно с ним происходит ассоциативный процесс сорбции на гиббсите за счет дисперсионного взаимодействия, осуществляемого силой электростатического притяжения мгновенного и наведенного индукцией диполей электрически нейтральных молекул. На рис. 1 представлены кинетические кривые сорбционного процесса при разной кислотности среды.

Анализ полученных результатов показывает, что максимальная сорбция наблюдается при pH 5,8 и составляет 150 мг/г ионов марганца (II). Это количество хорошо согласуется с массой растворенного алюминия на аноде. Также происходит заметное увеличение pH растворов в интервале кислотности среды от 4,5 до 8,5.

Вероятно, что такое снижение концентрации катионов водорода происходит потому, что в этой области pH преобладают положительно заряженные гидроксокомплексы, образующиеся по схеме:

$$Al(OH)_3 + H^+ = Al(OH)^{2+} + H_2O + OH^-$$

Образование и накопление гидроксид ионов приводит к проявлению наблюдаемого эффекта. Вместе с тем, такой процесс ускоряет старение коагулянта, приводящее к самопроизвольному увеличению пассивности системы к проявлению поверхностных явлений и, следовательно, адсорбция замедляется.

В ходе электрокоагуляционной обработки исследуемых растворов установлено, что в начальный период 15 мин процесса концентрация ионов марганца (II) уменьшается примерно на 70 %, а в следующие 15 мин всего на 10 %.

Полученные при этом изотермы адсорбции имеют выраженный ступенчатый характер. С ростом температуры величина максимального извлечения марганца возрастает.

Это может быть объяснено увеличением доступности внутренней поверхности сорбента ввиду пептизации гидроксида алюминия.

Возрастание адсорбируемости в таком случае может быть связано со степенью ассоциированности ионов, образующих мицеллу [30].

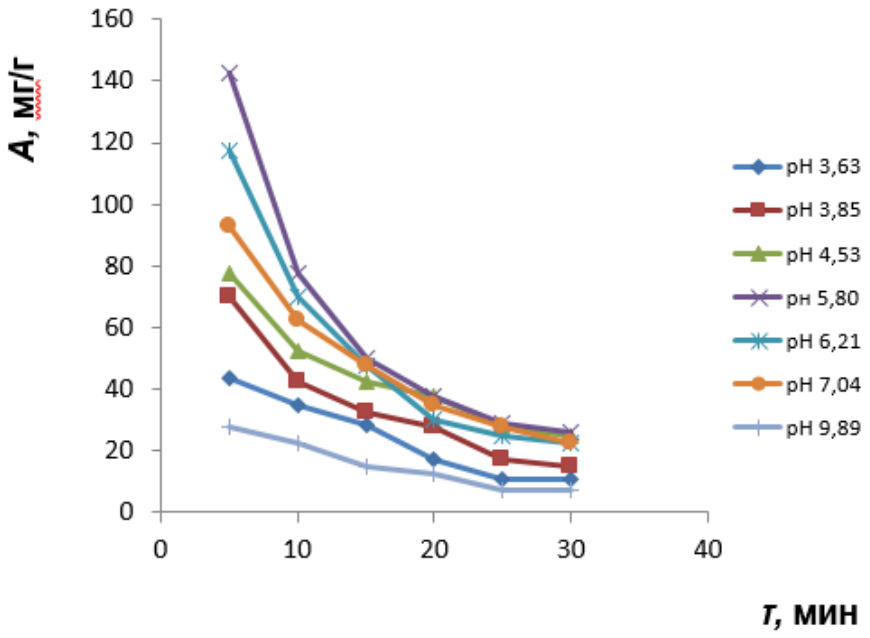


Рис. 1. Кинетические кривые адсорбции ионов марганца (II) при различной кислотности среды
Fig. 1. Kinetic adsorption curves of maraghanes (II) ions with different acidity of the environment

В целом изотермы адсорбции могут быть описаны с помощью модели Лэнгмюра [25]. Ступенчатый характер изотерм в теории мономолекулярной адсорбции объясняется тем, что на неоднородной поверхности свежегенерированного гидроксида алюминия появляются группы активных центров, резко отличающихся друг от друга по своей адсорбционной способности.

Молекулярные агрегаты $Al(OH)_3$ с цепочечной структурой шарообразной формы можно отнести к ним. Наличие похожих неоднородных активных центров сорбции служит основной причиной увеличения адсорбции ионов марганца (II) при нагревании [22].

Кроме того, рост скорости процессов коагуляции гидроксида алюминия и образование большого количества коагулянта с возрастанием температуры также приводят к росту величины адсорбции. Представление изотерм адсорбции в линейной форме уравнения Лэнгмюра $c/A=f(c)$ позволило выполнить термодинамические расчеты адсорбционного процесса (рис. 2). Так значение константы адсорбционного равновесия составило $1{,}36 \cdot 10^4$, а предельная величина адсорбции ионов марганца при 298 К – 4,9 ммоль/г. Параметры, характеризующие изменения энтальпии адсорбции и свободной энергии Гиббса, представлены в таблице. Анализ результатов свидетельствует, что с увеличением температуры силы адсорбционного процесса возрастают.

На экзотермический характер процесса указывают отрицательные значения энтальпии, а отрицательная величина энтропии на то, что при адсорбции происходит упорядочение ионов металлов на поверхности адсорбента. Однако с повышением температуры такая упорядоченность снижается.

Анодное поведение алюминия зависит от структуры и природы электрода, от состава электролита, плотности тока и величины поляризации.

Изучение поляризационных кривых растворения алюминия в модельных водных растворах показало, что при малых плотностях тока пассивация алюминиевой поверхности не происходит и оптимальной является плотность тока 1,6 мА/см^2.

Минимальный удельный расход алюминия, необходимый для удаления 1 г марганца (II) из модельных карьерных вод, определенный на основании закона Фарадея, составил 4,0 г.

При этом расход количества электричества соответствовал 12,0 А·ч для оптимального времени электрокоагуляции 15 мин.

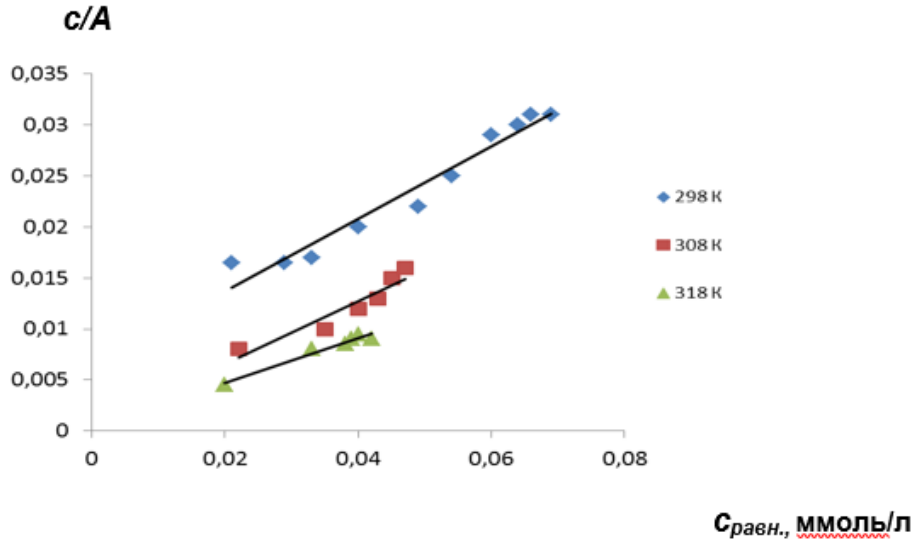


Рис. 2. Изотермы адсорбции в линейных координатах уравнения Лэнгмюра при температурах процесса 298 К, 308 К и 318 К: А – величина адсорбции, моль/г; с – концентрация раствора, мг/л

Fig. 2. Adsorption isotherms in linear coordinates of the Langmuir equation at process temperatures of 298 K, 308 K and 318 K: A – adsorption value, mol/g; c is the concentration of the solution, mg/l

Характерные термодинамические параметры адсорбции ионов марганца (II) R^2=0,97)
Characteristic thermodynamic parameters of manganese (II) ion adsorption (R^2=0.97)

Температура, К	**Константа адсорбционного равновесия, $K \cdot 10^{-4}$**	**Изменение энтальпии ΔH, кДж/моль**	**Изменение энтропии ΔS, Дж/(моль·К)**	**Свободная энергия Гиббса ΔG^0, кДж/моль**
298	1,36	-26,79	-10,77	-23,58
308	1,28	-26,29	-6,73	-24,22
318	1,26	-25,93	-3,08	-24,95

Для достижения предельно допустимых концентраций ионов марганца (II) в очищенных водах нами разработан процесс доизвлечения металла с использованием углеродных сорбентов [25]. Очистка выполняется в слабо-щелочной среде при pH 7,5. Величина сорбции марганца достигает 1,68 ммоль/г. Десорбция и регенерация углеродного сорбента выполняется разбавленным раствором серной кислоты. Получаемый в результате комбинированной электрофлотационной и углеадсорбционной очистки металлсодержащий технологический шлам является ценным сырьевым материалом. Шламовый осадок может быть переработан кислотным растворением и дальнейшим последовательным осаждением, чтобы стать востребованной в процессах водоочистки товарной продукцией. На одном только карьерном водохранилище Коршуновского горно-обогатительного комбината может быть получено ежегодно до 150 т смешанных коагулянтов в виде сульфатов алюминия и железа, а также 30 т диоксида марганца [23]. Положительным эффектом представленной технологии очистки воды является и то, что при электрохимической очистке воды производится ее обеззараживание, улучшаются органолептические показатели, значительно снижается содержание солей тяжелых металлов. Эффективность очистки загрязненных водных растворов при электрокоагуляционной обработке составляет 90 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коагуляционная технология деманганации техногенных водных растворов основана на применении электрогенерируемого гидроксида алюминия, имеющего аморфную пористую структуру гидрогеля с развитой сорбирующей поверхностью. Мицелярное строение свежегенерируемого гидроксида алюминия, отнесенного к модификации гиббсита, может быть представлено коллоидной частицей: $\{[m\ Al(OH)_3]\ nAl(OH)_2^+\ (n\text{-}x)\ OH^-\}^{x+}\ xOH^-$. Процесс очистки объясняется явлением сорбции поллютанта на гиббсите за счет дисперсионного взаимодействия. Предельная величина

адсорбции ионов марганца при 298 К и pH 5,8 составила 4,9 ммоль/г, а значение константы адсорбционного равновесия $1{,}36 \cdot 10^4$. Расход количества электричества соответствовал 12,0 А·ч при оптимальном времени электрокоагуляции 15 мин и плотности тока 1,6 мА/см^2. Эффективность очистки загрязненных водных растворов при электрокоагуляционной обработке составляет 90 %. Доочистка водных растворов с использованием углеродных сорбентов выполняется в слабощелочной среде при pH 7,5. Величина сорбции марганца достигает 1,68 ммоль/г.

Особенностью комбинированной технологии извлечения марганца из водных растворов является возможность избежать вторичного загрязнения очищаемых водных растворов вносимыми регентами.

Положительным является и то, что при электрохимической очистке воды производится ее обеззараживание, улучшаются ее огранолептические показатели.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ястребов К.Л., Дружинина Т.Я., Надршин В.В., Карлина А.И. Подготовка и очистка природных и сточных вод. Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2014. 564 с. EDN: TJNFUX.
2. Jerroumi S., Amarine M., Gourich B. Technological trends in manganese removal from groundwater: A review // Journal of Water Process Engineering. 2023. Vol. 56. Iss. 12. P. 1–23. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104365.
3. Alvarez-Bastida C., Martínez-Miranda V., Solache-Ríos M., Linares-Hernández I, Teutli-Sequeira A., Vázquez-Mejía G. Drinking Water Characterization and Removal Of Manganese. Removal Of Manganese from Water // Journal of Environmental Chemical Engineering. 2018. Vol. 6. Iss. 2. P. 2119–2125. https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.03.019.
4. Иванова Л.А., Беляева О.В., Гора Н.В., Угарова И.М., Голубева Н.С. Анализ эффективности методов очистки сточных вод угольной промышленности от ионов железа и марганца // Уголь. 2023. № 11. С. 81–87. https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-11-81-87. EDN: LDYBYC.
5. Niksirat M., Sadeghi R., Esmaili J. Removal of Mn from Aqueous Solutions, By Activated Carbon Obtained from Tire Residuals // SN Applied Sciences. 2019. Vol. 1. P. 1–12. https://doi.org/10.1007/s42452-019-0797-5.
6. Гора Н.В., Беляева О.В., Голубева Н.С., Горелкина А.К., Тимощук И.В., Иванова Л.А. Анализ способов повышения эффективности процесса обезжелезивания природных вод сорбционными методами // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 1 (127). С. 1–7. https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.44. EDN: AWERRK.
7. Моль Ж. Подготовка питьевой воды в XXI веке // Водоснабжение и санитарная техника. 1999. № 1. С. 14−15.
8. Filatova E.G. Optimization of Electrocoagulation Technology of Purifying Wastewaters of Ions of Heavy Metals // Journal of Water Chemistry and Technology. 2016. Vol. 38. Iss. 3. P. 167–172. https://doi.org/10.3103/S1063455X16030085.
9. Янин Е.П., Кузьмич В.Н., Иваницкий О.М. Региональная природная неоднородность химического состава поверхностных вод суши и необходимость ее учета при оценках их экологического состояния и интенсивности техногенного загрязнения // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2016. № 6. С. 3–72. EDN: WBALCN.
10. Дударев В.И., Минаева Л.А., Филатова Е.Г. Аналитический обзор методов очистки природных и технологических вод от марганца: монография. Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2013. 124 с. EDN: TJNFML.
11. Trus I. Optimal Conditions of Ion Exchange Separation of Anions in Low-Waste Technologies of Water Desalination // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2022. Vol. 57. Iss. 3. P. 550–558. EDN: TVIJLM.
12. Rajoria S., Vashishtha M., Sangal V.K. Treatment of Electroplating Industry Wastewater: A Review On the Various Techniques // Environmental Science and Pollution Research. 2022. Vol. 29. P. 72196–72246. https://doi.org/10.1007/s11356-022-18643-y.
13. Пат. 2755988, Российская Федерация, C02F9/00, C02F9/12, C02F1/463, C02F1/32, C02F1/48, B01D61/14. Способ очистки сточных вод / С.И. Сапега, В.Н. Дигин; заявитель и патентообладатель Сапега С.И., Дигин В.Н. Заявл. 10.03.2021; опубл. 23.09.2021.
14. Дедюхина Е.М., Дылгирова В.А., Аполлонова В.С. Очистка карьерных сточных вод от ионов железа // Заметки ученого. 2020. № 12. С. 83–87. EDN: PENWCE.
15. Niksirat M., Sadeghi R., Esmaili J. Removal of Mn from Aqueous Solutions, By Activated Carbon Obtained from Tire Residuals // SN Applied Sciences. 2019. Vol. 1. P. 1–12. https://doi.org/10.1007/s42452-019-0797-5.

16. Краснова Т.А., Беляева Е.Е., Беляева О.В., Гора Н.В., Иванова Л.А. Использование углеродных сорбентов для удаления марганца из водных сред // Водоснабжение и санитарная техника. 2022. № 7. С. 18–24. https://doi.org/10.35776/VST.2022.07.03. EDN: OPPBQZ.
17. Тимощук И.В., Горелкина А.К., Иванова Л.А., Просеков А.Ю., Латохин В.А. К вопросу о возможности использования адсорбции при очистке карьерных сточных вод // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2021. № 3. С. 59–63. EDN: BCZQVT.
18. Krasnova T.A., Gora N.V., Belyaeva O.V., Gorelkina A.K., Golubeva N.S., Timoshchuk I.V. The Use of Semi-Coke for Phenol Removal from Aqueous Solutions // Carbon Letters. 2021. Vol. 31 P. 1023–1032. https://doi.org/10.1007/s42823-020-00216-z.
19. Гайдукова А.М., Колесников В.А., Похвалитова А.А. Очистка сточных вод гальванического производства от ионов металлов с применением сорбции в статическом режиме и электрофлотации // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 4. С. 160–166. https://doi.org/10.25750/1995-4301-2021-4-160-166. EDN: EMPPDT.
20. Jebur M., Yu-Hsuan Chiao, Kupaaikekaiao Th., Tanmoy Patra, Yuhe Cao, Kyunghoan Lee [et al.] Combined Electrocoagulation-Microfiltration-Membrane Distillation for Treatment of Hydraulic Fracturing Produced Water // Desalination. 2021. Vol. 500. P. 1–12. https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114886.
21. Salahshoori I., Seyfaee A., Babapoor A., Cacciotti I. Recovery of Manganese Ions from Aqueous Solutions with Cyanex 272 Using Emulsion Liquid Membrane Technique: A Design of Experiment Study // Journal of Sustainable Metallurgy. 2021. Vol. 7. P. 1074–1090. https://doi.org/10.1007/s40831-021-00396-6.
22. Веденяпина М.Д., Курмышева А.Ю., Кулайшин С.А., Кряжев Ю.Г. Адсорбция некоторых тяжелых металлов на активированных углях (обзор) // Химия твердого топлива. 2021. № 2. С. 18–41. https://doi.org/10.31857/S0023117721020092. EDN: UOOLVP.
23. Филатова Е.Г., Дударев В.И. Оптимизация электрокоагуляционной очистки сточных вод гальванических производств. Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2013. 140 с. EDN: TJNHKV.
24. Дударев В.И., Минаева Л.А., Филатова Е.Г., Саламатов В.И. Электрокоагуляционное извлечение марганца из производственных вод обогатительного комбината // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 1. С. 194–201. https://doi.org/10.21285/1814-3520-2018-1-194-201. EDN: YMMWIS.
25. Дударев В.И., Минаева Л.А. Современные методы деманганации природных и сточных вод // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2014. № 5. С. 76–81. EDN: TCTUFT.
26. Дударев В.И., Минаева Л.А. Применение углеродных сорбентов для извлечения марганца из растворов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2024. Т. 14. № 1. С. 35–40. https://doi.org/10.21285/achb.897. EDN: NNHBMP.
27. Чугунов А.Д., Филатова Е.Г. Тяжелые металлы: химические вопросы экологической безопасности. Монография. Иркутск: Иркутский национально-исследовательский технический университет, 2024. 180 с.
28. Лаврухина А.К., Юкина Л.В. Аналитическая химия марганца. М.: Наука, 1974. 230 с.
29. Марченко З. Фотометрическое определение элементов. М.: Мир, 1971. 502 с.
30. Курдюмов В.Р., Тимофеев К.Л., Мальцев Г.И., Лебедь А.Б. Сорбционное извлечение ионов никеля (II) и марганца (II) из водных растворов // Записки Горного института. 2020. Т. 242. С. 209–2018. http://doi.org/10.31897/PMI.2020.2.209. EDN: WOJCRR.

REFERENCES

1. Yastrebov K.L., Druzhinina T.Ya., Nadrshin V.V., Karlina A.I. *Preparation and Purification of Natural and Waste Waters*. Irkutsk: Irkutsk State Technical University, 2014. 564 p. (In Russ.). EDN: TJNFUX.
2. Jerroumi S., Amarine M., Gourich B. Technological Trends in Manganese Removal from Groundwater: A Review. *Journal of Water Process Engineering*. 2023;56(12):1-23. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104365.
3. Alvarez-Bastida C., Martínez-Miranda V., Solache-Ríos M., Linares-Hernández I, Teutli-Sequeira A., Vázquez-Mejía G. Drinking Water Characterization and Removal Of Manganese. Removal Of Manganese from Water. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2018;6(2):2119-2125. https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.03.019.
4. Ivanova L.A., Belyaeva O.V., Gora N.V., Ugarova I.M., Golubeva N.S. Efficiency Analysis of Methods to Remove Iron and Manganese Ions from Coal Industry Waste Water. *Ugol' = Russian Coal Journal.* 2023;11:81-87. (In Russ.). https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-11-81-87. EDN: LDYBYC.
5. Niksirat M., Sadeghi R., Esmaili J. Removal of Mn from Aqueous Solutions, By Activated Carbon Obtained from Tire Residuals. *SN Applied Sciences*. 2019;1:1-12. https://doi.org/10.1007/s42452-019-0797-5.
6. Gora N.V., Belyaeva O.V., Golubeva N.S., Gorelkina A.K., Timoshchuk I.V., Ivanova L.A. An Analysis of Ways to Improve the Efficiency of Natural Water Deferrization by Sorption Methods. *Mezhdunarodnyi nauchno-*

issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal. 2023;1(127):1-7. (In Russ.). https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.44. EDN: AWERRK.
7. Mol' Zh. Preparation of Drinking Water in The 21st Century. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique.* 1999;1:14−15. (In Russ.).
8. Filatova E.G. Optimization of Electrocoagulation Technology of Purifying Wastewaters of Ions of Heavy Metals. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2016;38(3):167-172. https://doi.org/10.3103/S1063455X16030085.
9. Yanin E.P., Kuz'mich V.N., Ivanitskii O.M. Regional Natural Heterogeneity of the Chemical Composition of Land Surface Waters and The Need to Take It into Account When Assessing Their Ecological State and The Intensity of Technogenic Pollution. *Problemy okruzhayushchei sredy i prirodnykh resursov = Environmental and Natural Resource Issues*. 2016;6:3-72. (In Russ.). EDN: WBALCN.
10. Dudarev V.I., Minaeva L.A., Filatova E.G. *Analytical Review of Methods for Purifying Natural and Process Waters from Manganese: Monograph.* Irkutsk: Irkutsk State Technical University, 2013. 124 p. (In Russ.). EDN: TJNFML.
11. Trus I. Optimal Conditions of Ion Exchange Separation of Anions in Low-Waste Technologies of Water Desalination. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 2022;57(3):550-558. EDN: TVIJLM.
12. Rajoria S., Vashishtha M., Sangal V.K. Treatment of Electroplating Industry Wastewater: A Review On the Various Techniques. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022;29:72196-72246. https://doi.org/10.1007/s11356-022-18643-y.
13. Sapega S.I., Digin V.N. *Waste Water Purification Method*. Patent RF, no. 2755988; 2021. (In Russ.).
14. Dedyukhina E.M., Dylgirova V.A., Apollonova V.S. Purification of Quarry Waste Water from Iron Ions. *Zametki uchenogo = Scientist's Notes*. 2020;12:83-87. (In Russ.). EDN: PENWCE.
15. Niksirat M., Sadeghi R., Esmaili J. Removal of Mn from Aqueous Solutions, By Activated Carbon Obtained from Tire Residuals. *SN Applied Sciences*. 2019;1:1-12. https://doi.org/10.1007/s42452-019-0797-5.
16. Krasnova T.A., Belyaeva E.E., Belyaeva O.V., Gora N.V., Ivanova L.A. The Use of Carbon Sorbents to Remove Manganese from Aqueous Media. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique.* 2022;7:18-24. (In Russ.). https://doi.org/10.35776/VST.2022.07.03. EDN: OPPBQZ.
17. Timoshchuk I.V., Gorelkina A.K., Ivanova L.A., Prosekov A.Yu., Latokhin V.A. On The Issue of Possibility to Use Adsorption While the Open-Cast Mine Wastewater Treatment. *Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugol'noi promyshlennosti = Vestnik of Safety in Coal Mining Scientific Center.* 2021;3:59-63. (In Russ.). EDN: BCZQVT.
18. Krasnova T.A., Gora N.V., Belyaeva O.V., Gorelkina A.K., Golubeva N.S., Timoshchuk I.V. The Use of Semi-Coke for Phenol Removal from Aqueous Solutions. *Carbon Letters*. 2021;31:1023-1032. https://doi.org/10.1007/s42823-020-00216-z.
19. Gaydukova A.M., Kolesnikov V.A., Pokhvalitova A.A. Treatment of Electroplating Wastewater from Metal Ions with The Use of Sorption in Static Mode and Electroflotation. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya = Theoretical and Applied Ecology.* 2021;4:160-166. (In Russ.). https://doi.org/10.25750/1995-4301-2021-4-160-166. EDN: EMPPDT.
20. Jebur M., Yu-Hsuan Chiao, Kupaaikekaiao Th., Tanmoy Patra, Yuhe Cao, Kyunghoan Lee [et al.] Combined Electrocoagulation-Microfiltration-Membrane Distillation for Treatment of Hydraulic Fracturing Produced Water. *Desalination.* 2021;500:1-12. https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114886.
21. Salahshoori I., Seyfaee A., Babapoor A., Cacciotti I. Recovery of Manganese Ions from Aqueous Solutions with Cyanex 272 Using Emulsion Liquid Membrane Technique: A Design of Experiment Study. *Journal of Sustainable Metallurgy*. 2021;7:1074-1090. https://doi.org/10.1007/s40831-021-00396-6.
22. Vedenyapina M.D., Kurmysheva A.Y., Kulaishin S.A., Kryazhev Y.G. Adsorption of Heavy Metals On Activated Carbons (A Review). *Khimiya tverdogo topliva = Solid Fuel Chemistry*. 2021;2:18-41. (In Russ.). https://doi.org/10.31857/S0023117721020092. EDN: UOOLVP.
23. Filatova E.G., Dudarev V.I. *Optimization of Electrocoagulation Wastewater Treatment of Galvanic Industries.* Irkutsk: Irkutsk State Technical University, 2013. 140 p. (In Russ.). EDN: TJNHKV.
24. Dudarev V.I., Minaeva L.A., Filatova E.G., Salamatov V.I. Electrocoagulation Extraction of Manganese from Processing Plant Industrial Water. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University.* 2018;22(1):194-201. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/1814-3520-2018-1-194-201. EDN: YMMWIS.
25. Dudarev V.I., Minaeva L.A. Modern Methods of Natural Water and Sewage Demanganization. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2014;5:76-81. (In Russ.). EDN: TCTUFT.
26. Dudarev V.I., Minaeva L.A. Use of Carbon Sorbents to Extract Manganese from Solutions. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2024;14(1):35-40. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/achb.897. EDN: NNHBMP.

27. Chugunov A.D., Filatova E.G. *Heavy Metals: Chemical Environmental Issues Security. Monograph.* Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University, 2024. 180 p. (In Russ.).
28. Lavrukhina A.K., Yukina L.V. *Analytical Chemistry of Manganese*. Moscow: Nauka, 1974. 230 p. (In Russ.).
29. Marchenko Z. *Photometric Determination of Elements*. Moscow: Mir, 1971. 502 p. (In Russ.).
30. Kurdyumov V.R., Timofeev K.L., Mal'tsev G.I., Lebed' A.B. Sorption of Nickel (II) and Manganese (II) Ions from Aqueous Solutions. *Zapiski Gornogo instituta = Journal of Mining Institute*. 2020;242:209-2018. (In Russ.). http://doi.org/10.31897/PMI.2020.2.209. EDN: WOJCRR.

Информация об авторах

Дударев Владимир Иванович,
д.т.н, профессор,
профессор кафедры химии и биотехнологии им. В.В. Тутуриной,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉e-mail: vdudarev@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-2378-7574
Author ID: 676659

Филатова Елена Геннадьевна,
к.т.н, доцент,
доцент кафедры химии и биотехнологии им. В.В. Тутуриной,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: efila@list.ru
https://orcid.org/0000-0002-8704-7455
Author ID: 461353

Кульков Виктор Николаевич,
д.т.н., профессор,
профессор кафедры инженерных коммуникаций и систем жизнеобеспечения,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: kulkof.viktor@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0003-3838-0777
Author ID: 730720

Information about the authors

Vladimir I. Dudarev,
Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Professor of the Department of Chemistry and Biotechnology named after V.V. Tuturina,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: vdudarev@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-2378-7574
Author ID: 676659

Elena G. Filatova,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Chemistry and Biotechnology named after V.V. Tuturina,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: efila@list.ru
https://orcid.org/0000-0002-8704-7455
Author ID: 461353

Victor N. Kulkov,
Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Professor of the Department of Urban Construction and Economy,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: kulkof.viktor@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0003-3838-0777
Author ID: 730720

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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.

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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 25.03.2024.
Одобрена после рецензирования 11.04.2024.
Принята к публикации 12.04.2024.

Information about the article

The article was submitted 25.03.2024.
Approved after reviewing 11.04.2024.
Accepted for publication 12.04.2024.

Научная статья
УДК 658.01
EDN: UZYSDP
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-311-325

Анализ технического состояния здания на примере цеха подготовки кормов

С.Н. Костарев[1,2]✉, Т.Г. Середа[3]
[1]Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации, г. Пермь, Россия
[2]Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Пермь, Россия
[3]Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, г. Пермь, Россия

Аннотация. Целью работы является разработка инструментальной модели комплексной оценки состояния строительных конструкций здания, изменяющихся в процессе жизненного цикла, и обоснование необходимости улучшения (реконструкции), направленной на создание благоприятных условий жизнедеятельности людей, или сноса здания. Исследование базируется на общей теории систем, применении методик оценки состояния строительных конструкций. Испытания материалов кирпичных стен проводились неразрушающим методом при помощи измерителя ИПС-МГ-4.03. Испытание кладки стен из гипсовых блоков проведено при помощи прибора ОНИКС-2.5. Испытание бетона проводились неразрушающим методом при помощи склерометра ОМШ-1. При оптимизации расчетов и поиска оптимального решения по затратам на ремонт здания использовано динамическое программирование Беллма. Приведен пример анализа технического состояния здания и определены мероприятия, позволяющие продлить его жизненный цикл. Был сделан вывод, что оценка безопасной эксплуатации здания должна учитывать комплексное состояние основных несущих конструкций с учетом воздействия окружающей среды, что минимизирует риски разрушения здания и расходы на реконструкцию здания. Чтобы оценить текущее состояние здание, оно было поделено на множество элементов: фундамент, стеновая коробка, перекрытия, кровля. Также учитываются гидрогеологические параметры почвы. Исходя из износа строительных элементов, были рассчитаны коэффициенты ослабления здания. Разработана система математических моделей, учитывающая совокупность изменений при эксплуатации. Переходные состояния системы описаны полумарковскими процессами. Полученные результаты могут быть полезны при оценке остаточного ресурса здания, направленности мероприятий на улучшения прочности конструкций, имеющих большой износ и использованы при обосновании концепций реновраций территорий.

Ключевые слова: безопасность эксплуатации зданий, системный анализ, ресурсосбережение, строительные конструкции, динамическое программирование Беллмана

Для цитирования: Костарев С.Н., Середа Т.Г. Анализ технического состояния здания на примере цеха подготовки кормов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 311–325. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-311-325. EDN: UZYSDP.

Original article

Analysis of the technical condition of building structures on the example of a feed preparation workshop

Sergey N. Kostarev[1,2]✉, Tatyana G. Sereda[3]
[1]Perm Military Institute of National Guard Troops of the Russian Federation, Perm, Russia
[2]Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Perm, Russia
[3]Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, Perm, Russia

Abstract. The article aims to develop an instrumental model for a complex assessment of building structures that are subject to changes during their life-cycle process. This model can be used to substantiate the need either to reconstruct the existing building structures with the purpose of creating favorable living conditions or to demolish the building. The research methodology involved the general theory of systems and available techniques for estimating the state of building structures. Brick walls were tested by a non-destructive method using an IPS-MG-4.03 meter. Gypsum block masonry walls were tested by an ONIKS-2.5 meter. Concrete was tested by an OMSh-1 hardness tester. Bellman dynamic programming was used to optimize the calculations and to find a solution for optimizing reconstruction costs. An example of assessing the condition of a building construction is provided, along with measures for extending its life-cycle. A conclusion is made that evaluation of the reliable operation of a building structure should consider the integral condition of the basic load-bearing structures under the action of environmental factors. This allows the risks of building destruction and the costs of building reconstruction to be reduced. For evaluating the current condition of the building under study, its structure was divided into a number of elements: foundation, wall box, floor slabs, roof. The hydrogeological parameters of the soil were also considered. Basing on the wear of building elements, the weakening coefficients of the building were calculated. The transient states of the system were described by semi-Markov processes. The results obtained can be used when evaluating the building residual life, selecting measures for improving the durability of structures with high wear and tear, and justifying the renovation concepts of territories.

Keywords: building operation safety, system analysis, resource saving, building structures, Bellman dynamic programming

For citation: Kostarev S.N., Sereda T.G. Analysis of the technical condition of building structures on the example of a feed preparation workshop. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2): 311-325. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-311-325. EDN: UZYSDP.

ВВЕДЕНИЕ

В задачи реноваций территорий входит оценка состояния жилищного фонда, включая поэтапные задачи восстановления (реконструкции) зданий [1–5].

В настоящее время остается множество зданий постройки 1950–1960 гг. прошлого столетия. Возникает необходимость в оценке их остаточного ресурса. Несмотря на то, что существуют инструментальные методики, зачастую оценка состояния здания происходит визуально, к тому же известные методики оценивают отдельно элементы без обобщающих целостных расчетов.

Одним из путей решения данной проблемы, по мнению авторов, может служить разработка методики комплексной оценки остаточного ресурса здания, обеспечивающая безопасность его эксплуатации.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Гипотеза исследования опирается на достигнутые результаты в области проектов развития строительства[1], ресурсосбережения, реновации городских и сельских территорий и обеспечения их экологической безопасности [6–13]. В работе использованы ранние результаты авторов в области разработки математических моделей оценки состояния здания, мониторинга и управления сложными объектами [14–16].

Математический аппарат исследования основывается на таких методах, как общая теория систем, системный анализ и строительная механика. Испытания материалов проводились неразрушающим методом при помощи электронных измерителей прочности ИПС-МГ-4.03, ОНИКС-2.5 и ОМШ-1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Цели и критерии задачи управления реконструкцией здания

Гипотеза исследования базируется на предположении, что инструментальная модель оценки состояния здания обеспечит решение комплексных задач, связанных с ресурсосбережением, уменьшением экологической нагрузки на окружающую среду и войдет в расчет полного жизненного цикла строительного объекта.

Цели и критерии управления реконструкцией здания включают два направления: предупреждение разрушения и увеличение срока его службы (табл. 1).

[1]Яковлева М.В. Обследование технического состояния зданий и сооружений. Москва, 2011. 266 с.

Таблица 1. Цели и критерии управления реконструкцией здания
Table 1. Objectives and criteria for building renovation management

Цель	Стратегия управления	Характеристика критерия	Функциональная зависимость	Параметры
Предупреждение разрушения здания	Минимизация процесса разрушения здания	Технологический	$K_1(S_\alpha) = \sum_{t=1}^{7}\sum_{g=1}^{k} f(g_i t_j) \to \min$	$G = \{g_1, g_2, ..., g_k\}$ – базис элементов $t = \{t_1, ..., t_j, ..., t_7\}$ – продолжительность стадий
Увеличение срока службы здания	Уменьшение реконструируемого и проектируемого периодов	Ресурсный	$K_2(S_\alpha) = T_{РЕК} + T_{ПРА} \to MIN$	$T_{рек}$ – продолжительность реконструируемого периода $T_{пра}$– продолжительность проектируемого периода

Общее исследование здания

Общий объем здания составил 2961,34 м^3. Занимаемая площадь здания 466,09 м^2. Класс здания – I, степень долговечности – I, степень огнестойкости – II. В плане здание имеет форму двух прямоугольников разных по высоте и объему, с размерами в осях 1–7 – 35,7 м, в осях А–В – 11,6 м.

Максимальная высота здания от уровня земли до чердачного перекрытия составила 6,3 м (рис. 1). Обследуемое здание состоит из двух частей – основной и вспомогательной, расположенных в осях 1–2/А–В и 2–7/А–В соответственно, сопряженных по оси 2. Основная часть – цех, во вспомогательной расположен гараж и котельная на газовом топливе. Обследуемое здание в осях 1–2/А–В имеет смешанный каркас с несущими продольными стенами из гипсовых блоков и несущими колоннами, вмонтированными в кладку стен по оси 1 и 2, по тем же осям на своем фундаменте расположены кирпичные колонны. На них опирается подстропильная железобетонная балка двутаврового сечения. В осях 2–7/А–В обследуемое здание каркасное, представлено несущими железобетонными колоннами, диском железобетонных плит перекрытия и балками таврового сечения, опирающимися на столбчатые фундаменты и самонесущие стеновые панели (рис. 2).

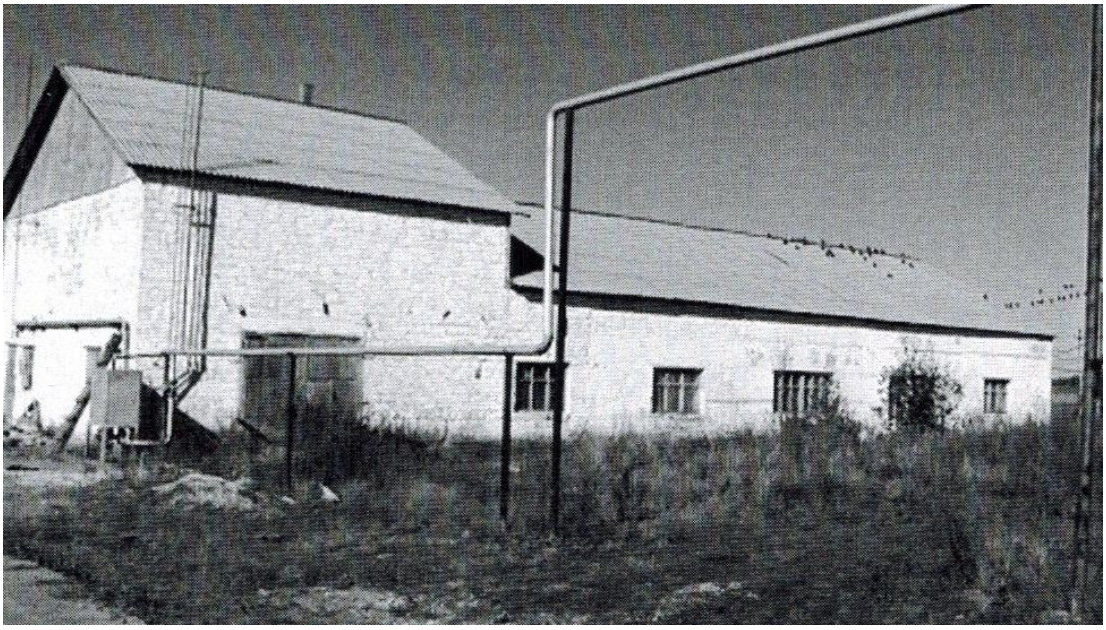


Рис. 1. Фотография фасада здания в осях 1–7
Fig. 1. Photograph of the building facade in axes 1–7

Рис. 2. Фотография фасада здания в осях В–А
Fig. 2. Photograph of the building facade in axes B–A

Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость здания достигаются за счет сопряжения плит перекрытия, тавровых балок, колонн и навесных панелей.

В здании в осях 1–2/А–В устроен чердак с габаритными размерами, соответствующий размерам плана здания, с максимальной высотой в коньке 9,5 м. В осях 2–7/А–В максимальная высота в коньке 7,83 м. Выход на чердак осуществляется через проем во фронтоне крыши по оси 2 и 7.

Чердак не оснащен слуховыми окнами. Кровля обследуемого здания двускатная. Покрытие кровли выполнено из шифера. Сброс осадков неорганизованный, вдоль здания по осям А–В (рис. 3).

Рис. 3. Фотография фасада здания в осях А–В
Fig. 3. Photograph of the building facade in axes A–B

Обследуемое здание имеет оконные проемы, расположенные по периметру. Рамы окон выполнены из древесины. Для сообщения между помещениями имеются дверные проемы. Помещения обследуемого здания имеют искусственное и естественное освещение. Естественное освещение осуществляется через оконные проемы в стенах здания, искусственное – при помощи люминесцентных ламп. Здание оборудовано системами электроснабжения, водоснабжения и водоотведения, отопления и вентиляции. Прилежащая к зданию цеха территория имеет заасфальтированные пешеходные и автотранспортные площадки. Техническое состояние строительных конструкций здания цеха определено в соответствии с требованиями нормативных документов как результат визуального обследования.

Проведение технического обследования

Методика проведения обследования, цели, объем и состав работ заключались в определении технического состояния строительных конструкций здания и возможности его дальнейшей эксплуатации, а также в осуществлении сбора исходной технической информации, необходимой для определения целесообразности дальнейшей эксплуатации. На основании сформулированных целей разработана программа, в которой отражена методика, уточнены объемы, детальность и виды работ по обследованию здания. Техническое состояние здания определено исходя из оценок соответствия конструкций эксплуатационным качествам двух групп. Соответствие строительных конструкций здания требованиям эксплуатационных качеств первой группы, чьим критерием является надежность и безопасность здания, обеспечивается несущей способностью конструктивных элементов, их устойчивостью и геометрической неизменяемостью.

Соответствие определено на основании следующих оценок:

1. Общего и местного деформированного состояния здания.
2. Состояния связей конструктивных элементов.
3. Общего и местного деформированного состояния несущих конструктивных элементов.
4. Состояния материалов несущих конструкций.

Для определения соответствия первой группе оценке были подвергнуты основные несущие конструкции здания, а именно кровля, покрытие, перекрытие, стеновые ограждения, пол и фундамент. Соответствие строительных конструкций здания требованиям эксплуатационных качеств второй группы, чьим критерием является способность конструктивных элементов обеспечивать необходимые санитарно-гигиенические, экологические и прочие требования. При обследовании поставленные цели были достигнуты путем проведения визуального и инструментального обследования составляющих строительных конструкций здания.

Техническое состояние элементов и общая оценка технического состояния определены на основании анализа результатов обследования. Общая оценка представлена по наиболее «тяжелому» состоянию конструктивных элементов, определяющего надежность и безопасность здания. Испытания материалов кладки стен из кирпича проводилось с помощью неразрушающего метода и электронного измерителя прочности ИПС-МГ-4.03. Тем же методом проводилось испытание кладки стен из гипсовых блоков, только электронным измерителем прочности был ОНИКС-2.5. С помощью механического прибора – склерометра ОМШ-1 – была определена прочности бетона на сжатие в бетонных и железобетонных изделиях методом упругого отскока. При помощи электронного измерителя и метода, который был представлен в других испытаниях, было проведено исследование бетона фундаментных блоков и монолитных стаканов под колонны фундамента здания с целью определения его прочностных характеристик.

Геоморфология, геолого-литологическое и гидрогеологическое описание земельного участка

Обследование земельного участка показало, что рельеф площадки преимущественно ровный с уклоном в западном направлении. Исследование свойств образцов показывает, что грунт основания под зданием имеет ненарушенную структуру и представлен суглинком. Грунтовые воды не обнаружены. В табл. 2 представлены физические характеристики грунта.

Оценка состояния здания

Оценка проведена для определения фактического технического состояния основных несущих конструкций здания.

Задачи оценки состояли в следующем:

1. Определить фактическое техническое состояние с фиксацией имеющихся дефектов и повреждений строительных конструкций обследуемого здания.
2. Оценить возможность дальнейшей эксплуатации строительных конструкций здания цеха.

Модель здания можно представить в виде взаимосвязанных элементов (рис. 4) [13].

Таблица 2. Физические характеристики грунта
Table 2. Physical characteristics of the soil

№ п/п	Физические характеристики	Ед. изм.	Величина
1	Естественная влажность		0,24
2	Влажность на границе текучести		0,30
3	Влажность на границе раскатывания		0,18
4	Число пластичности		0,12
5	Показатель текучести		0,50
6	Плотность	г/см^3	1,83
7	Плотность частиц грунта	г/см^3	2,69
8	Плотность в сухом состоянии	г/см^3	1,48
9	Плотность с учетом взвешивающего действия воды	г/см^3	0,00
10	Коэффициент пористости		0,82
11	Полная влагоемкость		0,00
12	Коэффициент водонасыщения		0,78
13	Относительное содержание органического вещества		0,00
14	Угол внутреннего трения	град.	15,0
15	Удельное сцепление среза	МПа	0,03

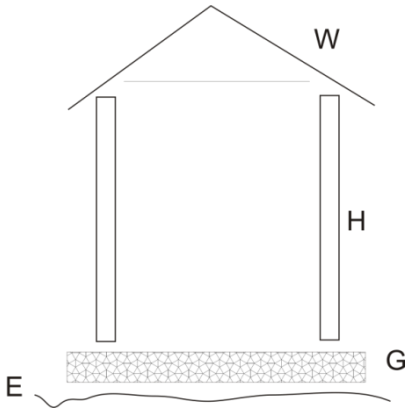


Рис. 4. Множество элементов здания: W – крыша, H – стены, G – фундамент, E – почва, элементы окружающей среды
Fig. 4. Set of building elements: W – roof, H – walls, G – foundation, E – soil, environmental elements

Оценка состояния кровли крыши

Кровля здания двускатная с деревянными наклонными стропилами и обрешеткой с деревянными фронтонами. Кровля выполнена из листов шифера. Водоотвод с кровли неорганизованный внешний. Уклон кровли на обе стороны от конька составляет 30°. Результаты обследований и выявленные конструктивные недостатки показали нарушение целостности покрытия кровли, что является причиной образования следов протечек. Техническое состояние кровли признано ограниченно работоспособным. Настоящее состояние назначено в связи с нарушением целостности покрытия кровли из шифера (рис. 5). Каркас крыши двускатный пространственный, с деревянными фронтонами, выполнен из древесины. Стропильные конструкции из кругляка диаметром 220 мм с шагом 1,46 м. В опорной части по продольным стенам здания, в осях А и В, стропильные конструкции опираются на деревянный мауэрлат, диаметром 220 мм. Он закреплен к чердачным железобетонным плитам перекрытия двумя скрутками из гладкой проволоки, каждая диаметром по 6 мм. В коньковой части кровли стропила опираются на продольный брус, сечением 150×150 мм по всей длине здания. По длине брус состыкован накладками из обрезной доски, длиной 500 мм и сечением 150×40 мм и на деревянные стойки из кругляка, диаметром 220 мм с шагом по длине здания 1,46 м. Стойки опираются на продольный распределительный лежак с сечением 240 мм. Лежак расположен на столбиках из керамического кирпича, высотой 250 мм и сечением 380×380 мм.

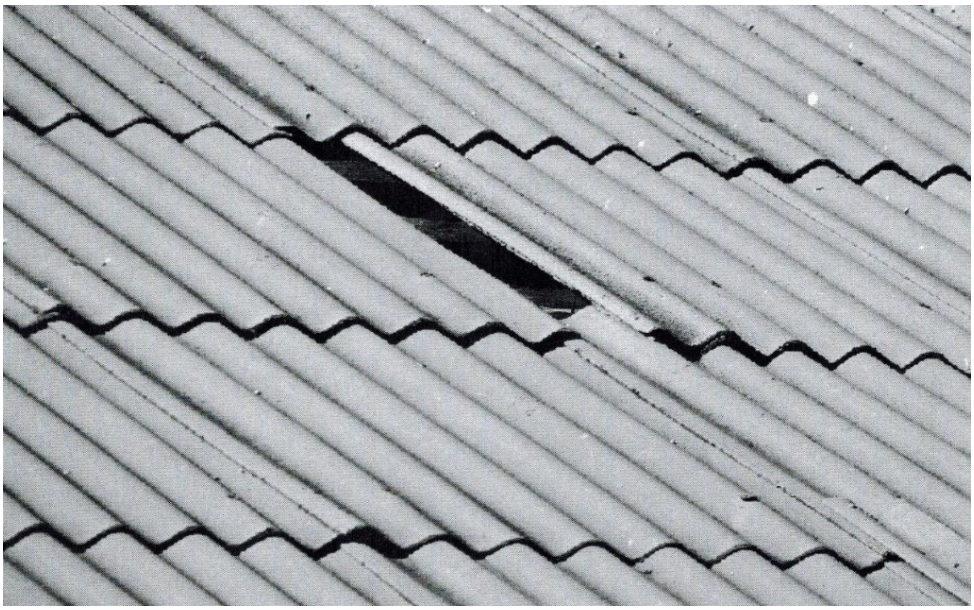


Рис. 5. Разрушение кровли
Fig. 5. Roof collapse

Часть нагрузки от наклонных стропил распределяется на лежак за счет деревянных подкосов из круглого бревна, сечением 180 мм с шагом, который соответствует шагу стропил.

Составные элементы каркаса крыши соединены врубками, гвоздевыми соединениями и металлическими скобами. В результате обследования были выявленные такие конструктивные недостатки, как повсеместные следы увлажнения элементов каркаса крыши и биоповреждения деревянных конструкций обрешетки в местах нарушения кровельного покрытия.

Визуальное освидетельствование стропильных конструкций показывает отсутствие прогиба (рис. 6).

Рис. 6. Фотография стропил
Fig. 6. Photograph of the rafters

Причиной наличия следов увлажнения элементов обрешетки крыши и биоповреждений является нарушение целостности кровельного покрытия кровли.

Техническое состояние стропильных конструкций признано ограниченно работоспособным. В табл. 3 приведены обследуемые параметры стропил и кровли.

Таблица 3. Обследуемые параметры крыши
Table 3. Surveyed roof parameters

Объект	Состояние	Обозначение	Коэффициент ослабления
Стропила	Биоповреждения и следы увлажнения конструкций обрешетки крыши	L_{Wc}	0,7
Кровля	Нарушение целостности покрытия кровли	L_{Wp}	0,7

Оценку состояние кровли здания и каркаса крыши (C_W) опишем уравнением:

$$C_W = \Theta_{Wp} + \Delta\Theta_{Wp}(E) + \Theta_{Wc} + \Delta\Theta_{Wc}(E), \quad (1)$$

где Θ_{Wp} – показатель состояния свойств крыши,

$\Delta\Theta_{Wp}(E)$ – изменение состояние крыши от влияния ветра, осадков,

Θ_{Wc} – показатель состояния стропил,

$\Delta\Theta_{Wp}(E)$ – изменение состояние стропил.

Оценку степени стропил опишем уравнением:

$$B_{WC} = \frac{k_1 k_2 C^{Д}{}_{WC} - C_{WC}}{k_1 k_2 C^{Д}{}_{WC}}, \quad (2)$$

где k_1 – коэффициент ослабления биоповреждения стропил;

k_2 – коэффициент проектного запаса.

$$B_{WC} = \frac{0{,}7 \cdot 1{,}5 C^{Д} - C}{0{,}7 \cdot 1{,}5 C^{Д}} \quad (3)$$

Оценку степени целостности покрытия кровли опишем уравнением:

$$L_{WP} = \frac{k_{1P} C^{Д}{}_{WP} - C_{WP}}{k_{1P} C^{Д}{}_{WP}} \quad (4)$$

где k_{1P} – коэффициент ослабления целостности покрытия кровли.

Тогда оценка состояния кровли здания и каркаса крыши (C_W) можно описать коэффициентом

$$C_W = L_{Wp} * L_{WC} = 0{,}7*1{,}5*0{,}7 = 0{,}735$$

Чердачное перекрытие здания представляет собой сборные железобетонные ребристые плиты, уложенные на шестиметровые железобетонные балки таврового сечения. По осям 2–3/А–В чердачное перекрытие здания представляет собой сборные железобетонные пустотные плиты, уложенные на эти балки по оси 3/А–В и на стену по оси 2/А–В. Во вспомогательной части перекрытия – плиты ребристые, которые опираются на несущие стены по осям А и В, в середине части здания по оси Б имеется балка железобетонная, двутаврового сечения, опирающаяся на железобетонные колонны с сечением 300×300 мм, заделанными в стены из гипсовых блоков. Под балку дополнительно сделаны колонны из кирпича с металлической обвязкой из уголка, сечение колонны 380×380. Передачи нагрузки на кирпичные колонны от двутавровой балки нет, в связи с наличием зазора между верхом колонны и низом балки.

Опорный узел ребристых плит на кладку по осям А и В вспомогательного здания выполнен без распределительного железобетонного пояса, что может привести к разрушению кладки под опорной частью плит. Состав чердачного перекрытия основной части здания представлен шлаком (30 мм), фиброплитой (80 мм), плитой ребристой ПР (60,15 мм). Высота несущих ребер составляет 290 мм. Состав чердачного перекрытия вспомогательной части здания представлен опилом (130 мм), плитой ребристой ПР (60,30 мм). Высота несущих ребер составляет 250 мм. Визуальное освидетельствование ребристых плит покрытия показывает их общее удовлетворительное состояние. Сопряжения плит с несущими стенами во вспомогательном здании выполнено с нарушением при производстве строительно-монтажных работ. Необходимо при дальнейшей эксплуатации здания вести наблюдение за состоянием стен из гипсовых блоков. Прогиб плит не наблюдается (рис. 7). Визуальное освидетельствование утеплителя показывает его неудовлетворительное состояние. Местами имеются повреждения. Отсутствие пароизоляции ведет к намоканию утеплителя и увеличению теплопроводности. Теплотехническим расчетом чердачного перекрытия в осях 1–6/А–Б установлено, что фактическое сопротивление теплопередаче составляет 0,63 м^2 град/Вт, а требуемое – 3,22 м^2 град/Вт. Теплоизоляция перекрытия не обеспечена.

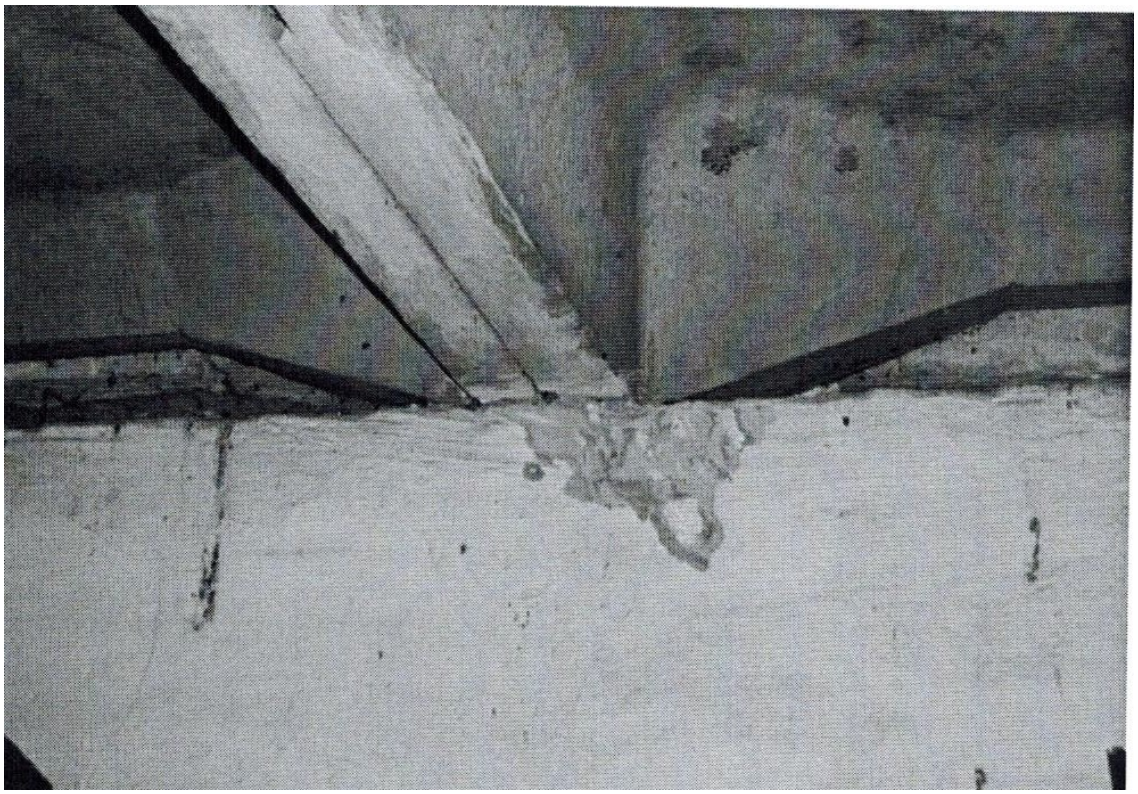


Рис. 7. Фотография ребристых плит перекрытия
Fig. 7. Photograph of ribbed floor slabs

Техническое состояние покрытия на основе визуального обследования признано ограниченно работоспособным. Настоящее состояние назначено в связи с повреждением утеплителя и отсутствием пароизоляции, несоответствием фактического сопротивления теплопередаче конструкции чердачного перекрытия требуемой. Несоответствия Свода Правил 22.13330.2016 выполненных узлов опирания стен на кладку. Необходимо проведение мероприятий по устранению конструктивных недостатков и повреждений.

Оценка состояния стенового ограждения и каркаса здания

Наружные несущие стены основной части здания, толщиной 400 и 600 мм, выполнены из керамзитобетонных самонесущих панелей, опирающихся на фундамент здания. Стены вспомогательной части здания выполнены из гипсовых блоков на цементно-песчаном кладочном растворе. Внутренние колонны, сечением 380×380 мм, выполнены из керамического кирпича на цементно-песчаном кладочном растворе и усиленные металлическим каркасом. Внутренние несущие элементы – железобетонные колонны, сечением 300×300 мм, и несущие железобетонные балки таврового сечения. Внутренние не несущие стены и простенки, толщиной 120–250 мм, выполнены из керамического кирпича на цементно-песчаном кладочном растворе. Поверхности стен внутри помещений оштукатурены и покрашены масляными составами. Стены в санузлах и производственном цехе покрыты керамической плиткой на высоту низа оконных проемов. Были выявлены следующие конструктивные недостатки, такие как вертикальные трещины по фасаду здания на всю высоту стены по оси В–А/1 (ширина раскрытия трещин 0,5–1 мм), вертикальные трещины на фасадах здания (ширина раскрытия трещины 0,5–1 мм) по оси 1–2/В, вертикальные трещины во внутренних перегородках шириной раскрытия 0,5–1,0 мм. Осадочные трещины по кладке из гипсовых блоков по внутренней стене (рис. 8).

Несоответствие площади опоры ригеля на колонну. Причиной трещинообразования стен является неравномерная осадка системы основание–фундамент здания вследствие замачивания грунта основания и температурно-влажностными колебаниями.

Теплотехническим расчетом наружных стен в осях 2–7/А–В установлено, что фактическое сопротивление теплопередаче составляет 0,71 м^2 град./Вт, а требуемое – 2,84 м^2 град./Вт. Теплоизоляция перекрытия не обеспечена (рис. 9).

Рис. 8. Трещины на стене здания
Fig. 8. Cracks on the building wall

Рис. 9. Фотография стены здания
Fig. 9. Photograph of the building wall

Техническое состояние стен здания на основании обследования признано ограниченно работоспособным.

Настоящее состояние назначено в связи наличием на стенах вертикальных трещин, несоответствием фактического сопротивле-

ния теплопередаче конструкции стенового ограждения требуемой. Необходимо проведение работ по устранению выявленных недостатков и повреждений. Состояние безопасности стен (C_H) зависит от показателя собственных свойств (Θ_H), показателя подошвы ($\Delta\Theta_H(G)$), крыши ($\Delta\Theta_H(W)$) и почвы ($\Delta\Theta_H(E)$). Все это запишем выражением:

$$C_H = \Theta_H + \Delta\Theta_H(G) + \Delta\Theta_H(W) + \Delta\Theta_H(E) \quad (5)$$

В табл. 4 приведены обследуемые параметры стен.

Таблица 4. Обследуемые параметры стенового ограждения здания
Table 4. Surveyed parameters of the building wall envelope

Объект	Состояние	Обозначение	Коэффициент ослабления
Стены	Наличие на стенах вертикальных трещин	B_{HC}	0,9
Теплоизоляция	Фактическое сопротивление теплопередаче составляет 0,71 м^2 град./Вт, а требуемое – 2,84 м^2 град./Вт	B_{HT}	0,25

Оценку степени повреждения стен опишем уравнением:

$$B_{WC} = \frac{k_1 k_2 C^{Д}{}_{HC} - C_{HC}}{k_1 k_2 C^{Д}{}_{HC}}, \quad (6)$$

где k_1 – коэффициент ослабления стен;
k_2 – коэффициент проектного запаса.

$$B_{WC} = \frac{0{,}9 \cdot 1{,}3 C^{Д} - C}{0{,}9 \cdot 1{,}3 C^{Д}} \quad (7)$$

В табл. 5 приведены совокупные обследуемые коэффициенты параметров ослабления здания.

Таблица 5. Совокупные обследуемые коэффициенты параметров ослабления здания
Table 5. Cumulative surveyed coefficients of building attenuation parameters

Кровля	L_{Wp}	0,7
Стропила	L_{Wc}	0,7
Стены	L_H	0,9
Перекрытия	$L_{WП}$	0,8
Фундамент	L_G	0,8
Теплоизоляция	L_T	0,25

По результатам проведенного технического обследования строительных конструкций здания установлена степень эксплуатационной пригодности и дана оценка категорий технического состояния несущих строительных конструкций здания.

По результатам обследования было установлено, что техническое состояние здания, кровли, каркаса крыши, несущих конструкций чердачного перекрытия, стенового ограждения и железобетонного каркаса здания, фундамента – ограниченно работоспособное. Состояние инженерных коммуникаций – неработоспособное, а пола – работоспособное.

Строительные конструкции здания пригодны к дальнейшей эксплуатации после проведения комплекса работ по капитальному ремонту конструктивных элементов, включающих следующие мероприятия:

– ремонт кровли здания;

– замена утеплителя с устройством его естественной вентиляции и пароизоляции;

– утепление ограждающих конструкций;

– отвод ливневых вод от наружных стен по всему периметру здания;

– отвод попадания хозяйственно бытовых вод под подошву фундамента (своевременная откачка хозяйственно бытовых отходов из наружного накопителя);

– устройство сигнальных маячков на трещины несущих стен с дальнейшим наблюдением и ведением журнала наблюдений за поведением трещин.

Оптимизация расходов на ремонт здания

Для дальнейшей эксплуатации здания необходимо провести ремонт кровли. Варианты ремонта представлены в табл. 6. Задача оптимизации состоит в выборе более оптимальной операции с ограничением на ресурсы [17–19]. Задача была решена с помощью метода динамического программирования Беллмана, для чего была разработана компьютерная программа [20]. Исходными условиями были следующие: для ремонта кровли необходимо два человека, для полного ремонта с заменой стропил – четыре человека. Исходные данные по расходу ресурсов приведены в табл. 6. Результаты вычислений показали, что при таких параметрах выгодней заменить шифер на профнастил.

Для дальнейшей эксплуатации здания рекомендуется провести следующие мероприятия:

– ремонт кровли здания;

– замена утеплителя с устройством его естественной вентиляции и пароизоляции;

– утепление ограждающих конструкций;

– отвод ливневых вод от наружных стен по всему периметру здания;

– отвод попадания хозяйственно бытовых вод под подошву фундамента (своевременная откачка хозяйственно бытовых отходов из наружного накопителя);

– устройство сигнальных маячков на трещины несущих стен с дальнейшим наблюдением и ведением журнала наблюдений за поведением трещин;

– подмоноличивание мест примыкания ригелей в местах недостаточного опирания на колонны, увеличение опорной части.

Таблица 6. Задача оптимизации ремонта здания
Table 6. Building renovation optimisation task

Операции	Ресурсы		Эффективность
	Персонал	Технические средства	
Ремонт кровли заменой шифера	$2x_1$	$1x_1$	5
Замена шифера на профнастил	$2x_2$	$2x_2$	10
Полный ремонт с заменой стропил	$4x_3$	$3x_3$	20
	≤ 11	≤ 11	
	Ограничение ресурса		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация предлагаемой модели на базе применения инструментов системного анализа с учетом нормативно-технической базы и организационно-управленческих решений приведет к обеспечению взвешенных решений при проведении мероприятий по оценке фонда строительных конструкций. Применение методики комплексной оценки состояния здания может обеспечить решение вопросов технического регулирования, определить направления реноваций с учетом ресурсосберегающих механизмов устойчивого и безопасного развития городских и сельских территорий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сущев С.П., Самарин В.В., Адаменко И.А., Сотин В.Н. Мониторинг технического состояния несущих конструкций зданий и сооружений // Мониторинг. Наука и безопасность. 2011. № 1. С. 24-32. EDN: NUHNWJ.

2. Козлова Н.И. Оценка технического состояния конструкций здания санатория // Аллея науки. 2017. Т. 3. № 15. С. 31–34. EDN: YMDQOD.

3. Лобанов Д.В., Мерщиев А.А., Звенигородский И.И., Сафонов С.А. Обследование здания лаборатории с рекомендациями по его дальнейшей эксплуатации // Высокие технологии в строительном комплексе. 2022. № 2. С. 44–50. EDN: KWTYLZ.

4. Потапова Т.В. История и современное состояние строительных конструкций павильона № 67 «Карелия» на Выставке достижений народного хозяйства // Вестник Евразийской науки. 2019. Т. 11. № 3. С. 1–45. EDN: ZKSATB.

5. Бирюков Ю.А. Методика мониторинга технического состояния зданий и сооружений в ограниченно работоспособном и аварийном состояниях // Нормирование и оплата труда в строительстве. 2019. № 2. С. 43–51. EDN: XLSIUM.

6. Строганова Т.Б. Парадигма и программа формирования вектора устойчивого развития сельских территорий // Высокие технологии в строительном комплексе. 2022. № 2. С. 51–55. EDN: EVCFZF.

7. Бондаренко А.Н., Чернышев А.А., Адилов Р.Р., Патрин С.А., Кощеев И.Г. Обследование здания котельной, с целью определения технического состояния строительных конструкций и оценки их эксплуатационной пригодности // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 1-2. С. 23–27. EDN: VLCEVP.

8. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Akamsina N.V., Sysoev D.V., Stenyukhin L.V. Monitoring of The Technical Condition of Structures and Building Materials of an Elevator Silo Housing // XIV International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability (TITDS-XIV-2023). 2024. Vol. 471. p. 1–7. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447102025.

9. Egorochkina I.O., Serebryanay I.A., Shlyakhova E.A. Monitoring The Condition of Structures of an Existing Building Near New Construction // Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications. 2020 International Conference on "Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications"(Phenma 2020) (Kitakyushu, 26–29 марта 2021 г.). Kitakyushu, 2021. P. 99–100. EDN: JYSAGT.
10. Гевара Рада Л.Т., Пешков В.В., Мартьянов В.И., Радионова Е.А., Бужеева Ф.Г., Сайбаталова Е.В. Технологии информационного моделирования (BIM) как основа бережливого строительства // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 1. С. 70–81. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-1-70-81. EDN: TDEUOH.
11. Козлова Н.И. Определение предварительного технического состояния здания с целью обоснования актуальности проведения капитального ремонта // Синергия наук. 2017. № S14. С. 116–122. EDN: ZEKRUN.
12. Хлобыстов С.А. Оценка технического состояния объекта недвижимости // Синергия Наук. 2017. № 17. С. 513–525. EDN: ZWUBGZ.
13. Сморчков А.А., Кереб С.А., Орлов Д.А., Барановская К.О. Оценка технического состояния эксплуатируемых строительных конструкций зданий и сооружений // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 7 (33). С. 70–75. EDN: PHGQRX.
14. Доминов Р.Р., Костарев С.Н. Разработка методики оценки состояния реконструируемого здания // Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики. Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х частях. (г. Томск, 14–16 марта 2017 г.). Томск, 2017. Ч. 1. С. 328–332. EDN: YOKIWV.
15. Костарев С.Н., Середа Т.Г., Пугин К.Г., Цховребов Э.С. Переход системы жизнеобеспечения на замкнутый цикл ресурсно-сырьевого обращения: тенденции, механизмы, перспективы // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2022. № 2 (46). С. 69–86. https://doi.org/10.15593/2409-5125/2022.02.07. EDN: RYKHAJ.
16. Цховребов Э.С., Костарев С.Н., Середа Т.Г., Ниязгулов Ф.Х. Математические методы обоснования и логическое моделирование ресурсосберегающей системы экологически безопасного жизнеобеспечения // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 3. С. 394–407. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-3-394-407. EDN: CJBJRL.
17. Костарев С.Н., Середа Т.Г. Проектирование комбинационного автомата для оценки безопасности источника опасности // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Безопасность и управление рисками. 2016. № 4. С. 77–87. EDN: VYWIJP.
18. Kostarev S.N., Tatarnikova N.A., Kochetova O.V., Sereda T.G. Development of a sequence automaton for recognition of deviations indicators in diagnosis of natural systems // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 677. P. 1–6. https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042004. EDN: FVBKWU.
19. Kostarev S.N., Sereda T.G., Kochetova O.V., Sidorova K.A. Technological and Constructor Solutions for The Design of Silage Trenches Using CAD // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 421. Iss. 4. P. 1–7. https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/4/042010. EDN: DYOOTN.
20. Середа Т.Г., Костарев С.Н. Моделирование оперативно-производственного планирования деревоперерабатывающего предприятия // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации. Материалы Всеросс. науч.-практ. конф., посвященной Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации (Пермь, 10–13 октября 2023 г.). Пермь, 2023. С. 465–471. EDN: ZGVOSG.

REFERENCES

1. Sushchev S.P., Samarin V.V., Adamenko I.A., Sotin V.N. Monitoring The Technical Condition of Load-Bearing Structures of Buildings and Structures. *Monitoring. Nauka i bezopasnost' = Monitoring. Science and Safety.* 2011;1:24-32. (In Russ.). EDN: NUHNWJ.
2. Kozlova N.I. Assessment of The Technical Condition of the Sanatorium Building Structures. *Alleya nauki = Alley of Science.* 2017;3(15):31-34. (In Russ.). EDN: YMDQOD.
3. Lobanov D.V., Mershchiev A.A., Zvenigorodskiy I.I., Safonov S.A. Inspection of The Laboratory Building with Recommendations for its Further Operation. *Vysokie tekhnologii v stroitel'nom komplekse = High Technologies in Construction Complex.* 2022;2:44-50. (In Russ.). EDN: KWTYLZ.
4. Potapova T.V. History and Present State of Building Constructions of Pavilion №67 "Karelia" On Exhibition of Achievements of National Economy in Moscow. *Vestnik Evraziiskoi nauki = The Eurasian Scientific Journal*. 2019;11(3):1-45. (In Russ.). EDN: ZKSATB.
5. Biryukov Yu.A. Methodology for Monitoring the Technical Condition of Buildings and Structures in Limited Operable and Emergency Conditions. *Normirovanie i oplata truda v stroitel'stve = Rationing and Remuneration of Labor in Construction.* 2019;2:43-51. (In Russ.). EDN: XLSIUM.

6. Stroganova T.B. Paradigm and The Program for Forming the Vector of Sustainable Development. *Vysokie tekhnologii v stroitel'nom komplekse = High Technologies in Construction Complex.* 2022;2:51-55. (In Russ.). EDN: EVCFZF.
7. Bondarenko A.N., Chernyshev A.A., Adilov R.R., Patrin S.A., Koshcheev I.G. Inspection of The Boiler House Building in Order to Determine the Technical Condition of Building Structures and Assess Their Operational Suitability. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk = Current Problems in The Humanities and Natural Sciences.* 2016;1-2:23-27. (In Russ.). EDN: VLCEVP.
8. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Akamsina N.V., Sysoev D.V., Stenyukhin L.V. Monitoring of The Technical Condition of Structures and Building Materials of an Elevator Silo Housing. In: *XIV International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability (TITDS-XIV-2023).* 2024. Vol. 471. p. 1-7. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447102025.
9. Egorochkina I.O., Serebryanay I.A., Shlyakhova E.A. Monitoring The Condition of Structures of an Existing Building Near New Construction. In: *Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications. 2020 International Conference on "Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications"(Phenma 2020)* 26–29 March 2021, Kitakyushu. Kitakyushu; 2021. P. 99–100. EDN: JYSAGT.
10. Guevara Rada L.T., Peshkov V.V., Mart'yanov V.I., Radionova E.A., Buzheeva F.G., Saibatalova E.V. Building Information Modelling (BIM) Technology as A Basis for Lean Construction. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2022;12(1):70-81. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-1-70-81. EDN: TDEUOH.
11. Kozlova N.I. Preliminary Definition of the Technical Condition of the Building, with a View to Justify the Relevance of Major Repairs. *Sinergiya nauk = Synergy of Sciences*. 2017;S14:116-122. (In Russ.). EDN: ZEKRUN.
12. Khlobystov S.A. Assessment of The Technical Condition of the Property. *Sinergiya nauk = Synergy of Sciences.* 2017;17:513-525. (In Russ.). EDN: ZWUBGZ.
13. Smorchkov A.A., Kereb S.A., Orlov D.A., Baranovskaya K.O. Testing The Technical Condition of Maintained Building Structures. *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal = Magazine of Civil Engineering*. 2012;7(33):70-75. (In Russ.). EDN: PHGQRX.
14. Dominov R.R., Kostarev S.N. Development of a Methodology for Assessing the Condition of a Reconstructed Building. In: *Investitsii, stroitel'stvo, nedvizhimost' kak material'nyi bazis modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya ekonomiki. Materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. V 2-kh chastyakh = Investments, Construction, Real Estate as The Material Basis for Modernization and Innovative Development of the Economy. Materials of The VII International Scientific and Practical Conference.* In 2 Parts. 14–16 March 2017, Tomsk. Tomsk; 2017. Part. 1. P. 328-332. (In Russ.). EDN: YOKIWV.
15. Kostarev S.N., Sereda T.G, Pugin K.G., Tskhovrebov E.S. Transition of The Life Support System to a Closed Cycle of Resource and Raw Material Circulation: Trends, Mechanisms, Prospects. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika = PNRPU Bulletin. Applied ecology. Urban development.* 2022;2(46):69-86. (In Russ.). https://doi.org/10.15593/2409-5125/2022.02.07. EDN: RYKHAJ.
16. Tshovrebov E.S., Kostarev S.N., Sereda T.G., Niyazgulov F.H. Mathematical Methods of Substantiating and Logical Modelling of a Resource-Saving Environmentally Safe Critical Infrastructure System. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2022;12(3):394-407. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-3-394-407. EDN: CJBJRL.
17. Kostarev S.N., Sereda T.G. Design of Combination Machine for Safety Assessment Source of Danger. Vestnik *Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Bezopasnost' i upravlenie riskami = Bulletin of The Perm National Research Polytechnic University. Security and Risk Management.* 2016;4:77-87. (In Russ.). EDN: VYWIJP.
18. Kostarev S.N., Tatarnikova N.A., Kochetova O.V., Sereda T.G. Development of a sequence automaton for recognition of deviations indicators in diagnosis of natural systems. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021;677:1-6. https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042004. EDN: FVBKWU.
19. Kostarev S.N., Sereda T.G., Kochetova O.V., Sidorova K.A. Technological and Constructor Solutions for The Design of Silage Trenches Using CAD. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2020;421(4):1-7. https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/4/042010. EDN: DYOOTN.
20. Sereda T.G., Kostarev S.N. Modeling of Operational and Production Planning of a Wood Processing Enterprise. In: *Agrotekhnologii XXI veka: strategiya razvitiya, tekhnologii i innovatsii. Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi Desyatiletiyu nauki i tekhnologii v Rossiiskoi Federatsii = Agricultural Technologies of The 21st Century: Development Strategy, Technology and Innovation. Materials of The All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to The Decade of Science and Technology in The Russian Federation.* 10–13 October 2023, Permian. Permian; 2023. P. 465-471. (In Russ.). EDN: ZGVOSG.

Информация об авторах

Костарев Сергей Николаевич,
д.т.н., доцент, профессор
кафедры информатики,
Пермский военный институт войск
национальной гвардии Российской
Федерации,
614030, г. Пермь, ул. Гремячий лог, 1,
Россия,
профессор кафедры зоотехники,
Пермский институт ФСИН России,
614012, г. Пермь, ул. Карпинского, 125,
Россия,
✉e-mail: iums@dom.raid.ru
https://orcid.org/0000-0002-3097-7037
Author ID: 353194

Середа Татьяна Геннадьевна,
д.т.н., доцент, профессор кафедры
строительных технологий,
Пермский государственный
аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова,
614099, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23,
Россия,
e-mail: iums@dom.raid.ru
https://orcid.org/0000-0002-7682-9013
Author ID: 434093

Information about the authors

Sergey N. Kostarev,
Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Professor of the Department of Informatics,
Perm Military Institute of National Guard
Troops of the Russian Federation,
1, Gremjachij log St., Perm, 614030,
Russia,
Professor of the Department of Animal Science,
Perm Institute of the Federal Penitentiary
Service of Russia,
125, Karpinsky St., Perm, 614012,
Russia,
✉e-mail: iums@dom.raid.ru.
https://orcid.org/0000-0002-3097-7037
Author ID: 353194

Tatyana G. Sereda,
Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Professor of the Department of Construction
Production,
Perm State Agrarian-Technological University
named after academician D.N. Pryanishnikov,
23, Petropavlovskaja St., Perm, 614990,
Russia,
e-mail: iums@dom.raid.ru
https://orcid.org/0000-0002-7682-9013
Author ID: 434093

Критерии авторства

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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

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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 21.03.2024.
Одобрена после рецензирования 16.04.2024.
Принята к публикации 17.04.2024.

Information about the article

The article was submitted 21.03.2024.
Approved after reviewing 16.04.2024.
Accepted for publication 17.04.2024.

Научная статья
УДК 502.504:338.2:628.54
EDN: JQCROG
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-326-339

О снижении пожарной опасности при эксплуатации индивидуальных домовладений

И.В. Наумов[1,2], И.В. Ямщикова[1]✉
[1]Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация
[2]Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского,
г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Целью статьи является разработка технического средства, позволяющего снизить возможность возникновения пожаров во внутренних электрических сетях индивидуальных домовладений. В ходе проведения исследований использовались общенаучные методы численного анализа, методы теории электрических цепей и теории прогнозирования. В результате проведенных исследований было установлено, что режим работы исследуемой электрической сети отличается значительной несбалансированностью электропотребления в силу несимметрии и несинусоидальности фазных токов, обусловленных появлением дополнительных симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей. Значительно возрастают дополнительные тепловые потери, что приводит к перегреву нулевого проводника и возрастает опасность возникновения пожаров. На основе произведенных измерений и авторского программного обеспечения произведено имитационное моделирование интеграции разработанного авторского балансирующего устройства в исследуемую сеть. Произведенным анализом установлено, что использование данного устройства позволяет снизить дополнительные тепловые потери и уменьшить риск возникновения пожаров более чем на 90 %. На основе использования статистических методов прогнозирования, в частности метода регрессионного анализа, произведена превентивная оценка уровня дополнительных потерь электроэнергии на отдаленную перспективу. Получены уравнения авторегрессии, позволяющие, с определенной вероятностью предсказать значение показателя, характеризующего дополнительные потери мощности. Для получения визуализации изменения исследуемых показателей использовались технологии графического редактора MATLAB, а также возможности программного обеспечения Excel. Полученные результаты могут быть полезны строительным организациям при проектировании внутренней электрической сети индивидуальных домовладений, а также научным работникам, ведущим научные исследования в снижения дополнительных потерь электрической энергии.

Ключевые слова: несбалансированность электропотребления, несимметрия и несинусоидальность токов, коэффициент потерь мощности, балансирующее устройство, превентивная оценка

Для цитирования: Наумов И.В., Ямщикова И.В. О снижении пожарной опасности при эксплуатации индивидуальных домовладений // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 326–339. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-326-339. EDN: JQCROG.

Original article

On fire risk reduction when operating individual households

Igor V. Naumov[1,2], Irina V. Yamshchikova[1]✉
[1]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia
[2]Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, Irkutsk, Russia

Abstract. The article aims to elaborate a technical means for reducing fire occurrence in internal electrical networks of individual households. General scientific methods of numerical analysis, electric circuit theory, and prediction theory were used. It was determined that the operating mode of the electric network under study is characterized by a significant unbalanced power consumption due to the asymmetry and non-sinusoidality of phase currents caused by the occurrence of additional symmetrical components of forward, reverse, and zero sequences. Additional heat losses increase significantly and lead to overheating of the neutral conductor, thus intensifying fire risks. On the basis of measurements and the authors' software, a simulation modeling of integration of the developed balancing device into the investigated network was carried out. The conducted analysis found that the developed device can reduce additional heat losses and fire risks by over 90%. Using statistical methods of forecasting, regression analysis in particular, a preventive long-term assessment of the level of additional power losses was conducted. Autoregressive equations for predicting the parameter of additional power losses at a certain probability level were derived. MATLAB graphic editor technologies and Excel software were used to visualize changes in the studied indicators. The results can be used by construction companies when designing the internal electrical network of individual households, as well as for researchers developing approaches to reducing additional losses of electrical energy.

Keywords: imbalance of power consumption, asymmetry and non-sinusoidal currents, power loss coefficient, balancing device, preventive assessment

For citation: Naumov I.V., Yamshchikova I.V. On fire risk reduction when operating individual households. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2): 326-339. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-326-339. EDN: JQCROG.

ВВЕДЕНИЕ

Надежное и качественное электроснабжение индивидуальных домовладений (ИД) является непременным условием обеспечения нормальной жизнедеятельности граждан. Использование в быту разнообразных новейших электроприемников (ЭП) с современной элементной базой и с многофункциональным назначением может существенно изменять общий режим функционирования всей внутренней трехфазной электрической сети зданий и сооружений. Следует отметить, что наиболее мощными ЭП, на долю которых приходится наибольшая часть электропотребления, являются те из них, которые выполняют функции электрообогрева помещений, горячего водоснабжения и приготовления пищи. На долю этой группы ЭП приходится более 70 % всей установленной мощности ИД. Остальные 30 %, имеющие небольшую установленную мощность, тем не менее играют немаловажною роль в жизнеобеспечении населения. При этом в опубликованных источниках неоднократно доказывалось, что несбалансированность электропотребления электроприемниками ИД может приводить к возникновению пожароопасных ситуаций [1–8].

При осуществлении внутренних электромонтажных работ во вновь построенном ИД, не представляется возможным абсолютно равномерно распределить группы ЭП для обеспечения симметричного электропотребления. Следовательно, после начала эксплуатации ИД и использования всех ЭП происходит значительное несимметричное электропотребление, обусловленное не только неравномерным характером распределения отдельных ЭП по трем фазам внутренней сети 0,4 кВ, но и случайным характером их коммутаций на протяжении суток [9–13]. Кроме того, в современных жилых помещениях очень много таких электроприемников, без которых обойтись невозможно – это зарядные устройства, телевизионные источники, персональные компьютеры и др. (бывает, что имеется несколько таких ЭП). Эти приемники создают эмиссию дополнительных симметричных составляющих совокупностей токов прямой (гармоники 4, 7, 10…40), обратной (гармоники 2, 5, 8…38) и нулевой (гармоники 3, 6, 9…39) последовательностей, которые искажают качество электроэнергии [14–20] и являются причиной возникновения дополнительных тепловых потерь мощности, вызывающих перегрев нулевого проводника, что приводит к расплавлению изоляции, возникновению однофазных коротких замыканий и соответствующему увеличению вероятности возгораний при неадекватной работе средств защиты.

Постоянно увеличивающемуся росту народонаселения планеты требуется постоянное увеличение жилищного строительства. Так, на

14:00 МСК[1] 07.01.2024 г. количество жителей планеты составило 8 149 613 490 чел. Для России – 146 144 944 чел., для Иркутской области – 2 391 193 чел[2]. По объему вводимого жилья по России Иркутская область занимает 65 место (Москва – 64). При этом объем введенного жилья на 07.01.2024 г. составил 809 тыс. м^2 (на конец 2022 г. эта цифра для г. Иркутска составляла 314,8 тыс. м^2)[3,4].Следует отметить, что в Иркутской области отмечен значительный рост индивидуального жилья (ИЖ). Например, за первое полугодие 2021 г. объем ввода ИЖ вырос на 43,92 % по сравнению с аналогичным периодом 2020 г. [6]. По данным на 1 августа 2022 г. в регионе из 692 тыс. м^2 введенного жилья 72,7 % (503 тыс. м^2) приходится на ИЖ[5].

Ежегодная статистика возникновения пожаров показывает, что часть из них возникает в связи с нарушением правил установки и эксплуатации электрооборудования (НПУЭЭ) и занимает второе место после причины: «неосторожное обращение с огнем». Так, по предоставленным данным[6] за 10 месяцев 2023 г. из 4497 пожаров в Иркутской области 1406 произошло именно по причине НПУЭЭ (31,3 %). По опубликованным данным [1–3] до 40 % всех возгораний по причине НПУЭЭ происходит именно вследствие коротких замыканий при чрезмерном перегреве нулевого проводника и нарушении его изоляционного покрытия. В [6–7] достаточно подробно описан механизм возникновения таких пожаров и техническое средство, позволяющее минимизировать дополнительные тепловые потери мощности, возникающие при несимметричных режимах. Вместе с этим, как было отмечено выше, в перечне современных коммунально-бытовых ЭП имеется большое количество тех, которые имеют нелинейную вольтамперную характеристику. Это приводит к эмиссионному воздействию высших гармонических составляющих токов, образующих дополнительные группы прямой, обратной и нулевой последовательностей. Совместное взаимодействие этих дополнительных групп (особенно по нулевой последовательности) и потоков нулевой последовательности основной частоты напряжения электропитания приводит к существенному увеличению уровня тепловых потерь. Таким образом, целью предлагаемой статьи является исследование дополнительных потерь электрической энергии при осуществлении электропотребления в сети индивидуального жилища на основе реальных измерений и создания имитационной модели интеграции в эту электрическую сеть специализированного авторского технического средства для снижения тепловых потерь электрической энергии. Чтобы поставленная цель была достигнута, намечены следующие задачи:

– проанализировать реальное электропотребление в ИД и на основе произведенных измерений провести имитационное исследование интеграции разработанного балансирующего устройства (БУ), позволяющего балансировать режим работы сети и снижать тепловые потери во внутренней сети ИД;

– произвести превентивную оценку исследуемого критерия оценки дополнительных тепловых потерь мощности.

МЕТОДЫ

В основе алгоритмов предлагаемого исследования лежат методы теоретических основ электротехники, а также усовершенствованные методы определения симметричных составляющих токов и напряжений, разработанные отечественными и зарубежными учеными. В качестве базовой основы этих методов приняты исследования, представленные в опубликованных материалах[7] Информационной базой для определения симметричных составляющих токов являются данные результатов измерений, произведенных на вводе в индивидуальный жилой дом. Также в ходе исследования

[1]Счетчик населения Земли. Режим доступа: https://countrymeters.info/ru/World (дата обращения: 07.01.2024).

[2]Население Иркутской области на 01.01.2024 г. Режим доступа: https://bdex.ru/naselenie/irkutskaya-oblast/ (дата обращения: 07.01.2024).

[3]Рейтинг городов России по объемам ввода жилья – 2023. Режим доступа: https://riarating.ru/infografika/20230807/630246567.html?ysclid=lr3ec6iaik162414274 (дата обращения: 07.01.2024).

[4]Основные показатели жилищного строительства. Режим доступа: https://xn--80az8a.xn--d1aqf.xn--p1ai/%D0... (дата обращения: 07.01.2024).

[5]В России зафиксирован бум индивидуального жилищного строительства. Режим доступа: https://yandex.ru/turbo/expert.ru/s/2022/05/20/v-rossii-zafiksirovan-bum-individualnogo-zhilischnogo-stroitelstva/ (дата обращения: 07.01.2024).

[6]Оперативная обстановка с пожарами в Иркутской области за 10 месяцев 2023 г. Режим доступа: https://38.mchs.gov.ru/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/nadzornaya-deyatelnost-i-profilakticheskaya-rabota/statisticheskie-dannye/operativnaya-informaciya-po-pozharam-za-5-mesyacev-2023-goda?ysclid=lr3f2k49e6724530361 (дата обращения: 07.01.2024).

[7]Наумов И.В. Метод и программа расчета потерь мощности и показателей несимметрии токов и напряжений в распределительной сети 0,38 кВ с симметрирующим устройством // Мех. и электр. соц. сельск. хоз-ва. 1989. № 3. С. 30.

использовались общенаучные методы, позволяющие осуществить расчеты, визуализацию аналитическую оценку и прогнозирование исследуемых показателей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка несбалансированности режима работы электрической сети, средства балансирования и инструментария расчета

Несбалансированность режима работы (НРР) внутренней электрической сети 0,4 кВ ИД обусловлена несимметрично-несинусоидальным электропотреблением, что приводит к увеличению тепловых потерь и созданию условий для возникновения пожаров.

Принятым критерием, характеризующим увеличение тепловых потерь, можно считать коэффициент небаланса мощности:

$$K_{UNB} = \frac{\Delta P_{UNB.}}{\Delta P_{1(1)}} = 1 + K_{2i}^2 + K_{1AD.i}^2 + \\ + K_{2AD.i}^2 + K_R \cdot (K_{0i}^2 + K_{0AD.i}^2). \quad (1)$$

Коэффициенты, входящие в выражение (1) представляют собой отношение дополнительных групп токов по прямой, обратной и нулевой последовательности к току основной частоты. При этом значения токов I_1, I_2 и I_0 определяются в соответствии с [21]:

$$I_1 = \left(\frac{1}{6 \cdot I_U}\right) \cdot \{[3 \cdot I_U^2 - I_U \cdot (d + \sqrt{3} \cdot g) + 2 \cdot \sqrt{3} \cdot g] + \\ + j \cdot [\sqrt{3} \cdot I_U^2 - I_U \cdot (\sqrt{3} \cdot d - e) - 2 \cdot \sqrt{3} \cdot h]\};$$

$$I_2 = \left(\frac{1}{6 \cdot I_U}\right) \cdot \{[3 \cdot I_U^2 - I_U \cdot (\sqrt{3} \cdot e - d) - 2 \cdot \sqrt{3} \cdot g] - \\ - j \cdot [\sqrt{3} \cdot I_U^2 - I_U \cdot (\sqrt{3} \cdot d + e) - 2 \cdot \sqrt{3} \cdot h]\};$$

$$I_0 = \frac{1}{3} \cdot (d - j \cdot e). \quad (2)$$

В выражениях (2) значения g, e, d и h подробно представлены в [4]. Кроме того, для реальной оценки последствий НРР необходимо определить потери активной мощности в исследуемой электрической сети:

$$\Delta P_{LINE.} = l \cdot [r_{0PH.} \cdot (I_U^2 + I_W^2 + I_V^2) + r_{0N.} \cdot I_N^2]. \quad (3)$$

В выражениях (2) и (3) I_U, I_W и I_V – токи в фазах «U», «W» и «V»; $r_{0PH.}$ и $r_{0N.}$ – соответственно удельные активные сопротивления фазного и нулевого проводников трехфазной внутренней сети ИД. В качестве специализированных технических средств, минимизирующих последствия НРР, ранее разными авторами предлагались различные технические средства – симметрирующие устройства (СУ) [22–27].

Эти устройства снижают либо несимметричные, либо несинусоидальные режимы и отличаются неизменностью параметров, предлагаемых СУ, или же имеют регулируемые параметры и достаточно сложную систему автоматического управления. Для объединенных несбалансированных режимов предлагается использовать комбинированное балансирующее устройство (БУ), представляющее собой компиляцию нескольких элементов (рис. 1) [28].

Одним из них является электромагнитное шунто-симметрирующее устройство, образующее колебательный контур для всех потоков нулевой последовательности, включая гармоники токов кратных трем (триплен-гармоники).

На рис. 2 представлен фильтр токов обратной последовательности (ФТОП), отбирающий на себя совокупности гармоник обратной последовательности. При включении трансформатора TLA на разность токов Iw и Iu, а трансреактора TLV на разность Iv и Iw, образуется фильтр токов прямой последовательности (ФТПП), обеспечивающий выборку группы дополнительной прямой последовательности.

К зажимам ФТПП и ФТОП присоединяются узкополосные резонансные фильтры (УРФ), создающие колебательные контуры для дополнительных групп прямой и обратной последовательностей. Кроме того, еще одним элементом (рис. 1, 3) устройства является комплект конденсаторных батарей, которые в функции коэффициента реактивной мощности могут ступенчато подключать необходимую мощность батареи конденсаторов с целью компенсации части реактивной мощности для снижения активных потерь. При расчетном коэффициенте реактивной мощности, равном или меньшим установленному, экономически обоснованному $tg\varphi$ для данного класса номинального напряжения, блок конденсаторов не подключается. Схема и принцип действия данного балансирующего устройства подробно описаны в [29]. Наибольшей эффективностью БУ обладает при его подключении в ближайший к шинам 0,4 кВ силового трансформатора узел отбора мощности [4, 8]. В нашем случае таким узлом являются главное распределительное устройства (ГРУ) ИД. После подключения BD тепловые потери будут определяться, как:

$$\Delta P_{LINE}^{BD} = \Delta P_{LINE} \cdot \frac{K_{UNB}^{BD}}{K_{UNB}}, \quad (4)$$

где K_{UNB} – коэффициент, характеризующий потери мощности до включения БУ, который может быть в соответствии с (1); K_{UNB}^{BD} – коэффициент потерь мощности после включения БУ, определяемый, как и все остальные показатели, характеризующие несбалансированный режим работы сети, в соответствии с методом, подробно представленном в [21].

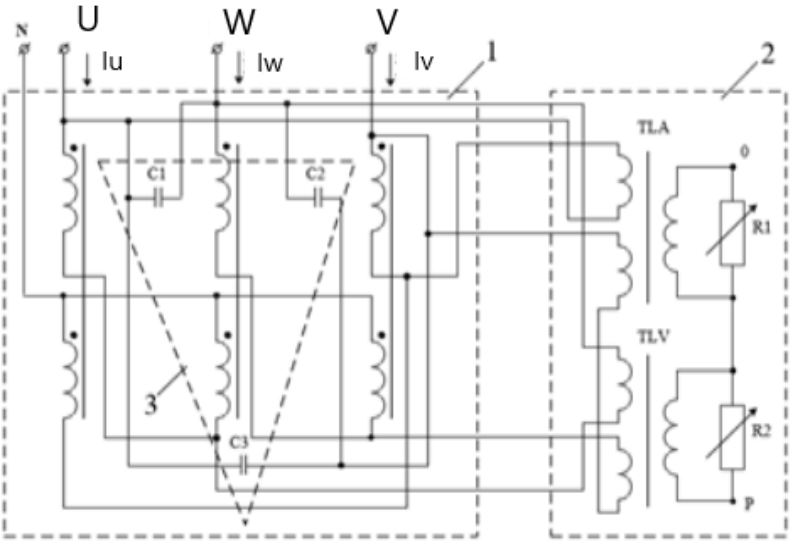


Рис. 1. Балансирующее устройство: 1 – электромагнитное устройство; 2 – фильтр токов обратной последовательности; 3 – блок конденсаторов
Fig. 1. Balancing device: 1 – electromagnetic device; 2 – reverse current filter; 3 – capacitor block

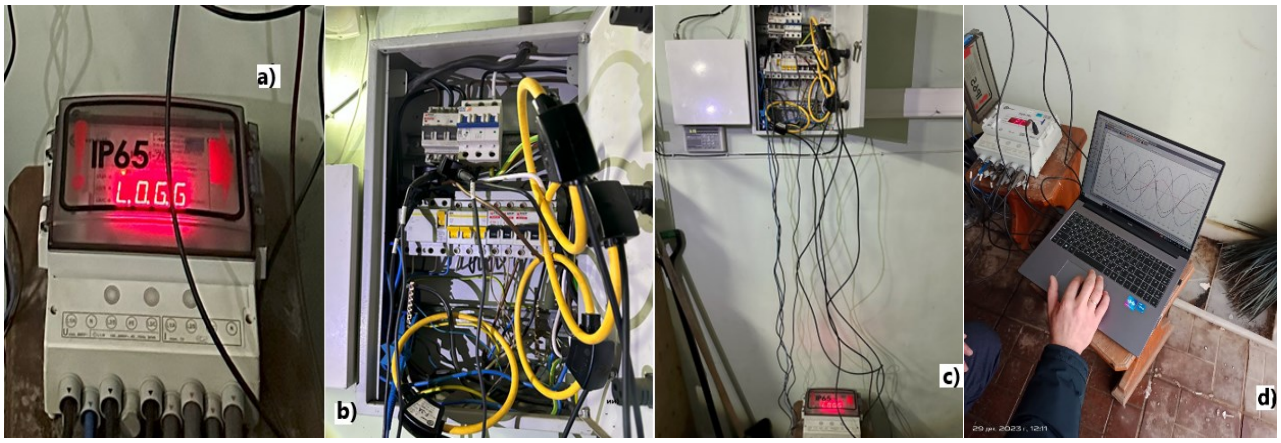


Рис. 2. Прибор IP 65 для измерения параметров качества электрической энергии и его подключение к исследуемой внутренней электрической сети 0,4 кВ ИД
Fig. 2. An IP65 device for measuring electrical power quality parameters and its connection to the studied internal electrical 0.4 kV network of the IH

В качестве инструментария расчетов всех вышеназванных режимов используется программное обеспечение, получившее государственную регистрацию[8]. Программа написана на объектно-ориентированном языке программирования C Sharp (**C#**) и позволяет производить расчет несбалансированных режимов как при отсутствии технического БУ, так и имитировать его интеграцию в любой точке исследуемой электрической сети. Текстовый файл с данными содержит информацию по изменению следующих параметров сети: каталожные данные силового трансформатора, фазные и междуфазные напряжения, фазные токи, коэффициенты несинусоидальности токов и напряжений до 40-й гармоники, углы сдвига фаз между этими токами и напряжениями, а также полные комплексные сопротивления элементов электрической сети. Снятие показаний необходимых параметров производилось сертифи-

[8]Наумов И.В., Подъячих С.В., Ермолаев Д.С. «Unbalance-4» Программа по расчету несбалансированных режимов работы в эл. сетях 0,4 кВ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU2023686894 от 11.12.2023. Бюл. № 12.

цированным анализатором параметров качества электрооборудования: PQM – 711[9] в течении одной недели.

Измерение и расчеты

Исследования производились в течение двух суток: с 12:00 29.12.2023 по 11:50 31.12.2023. Все исследуемые показатели фиксировались на жестком диске прибора и усреднялись в течение 2880 десятиминутных промежутков. От ГРУ, к которому подключался прибор, протяженность трехфазных четырехпроводных ответвлений составила около 150 м.

Основная, наиболее мощная электрическая нагрузка ИД представлена следующими электроприемниками: холодильники, электрические обогревательные панели – 7 шт., стиральная машина – 1 шт., посудомоечные машины – 2 шт., электрические полотенцесушители – 2 шт., телевизоры – 5 шт., персональные компьютеры – 4 шт., электрическая плита – 2 шт., полы с электрическим обогревом 60 м^2, электрическая сауна – 6 кВт, электрические чайники – 2 шт., а также система электрического освещения и розеточная группа для подключения несистематических ЭП.

Общая площадь жилых помещений дома составляет немногим более 200 м^2. Проживает две семьи в количестве шести человек: четверо взрослых и двое детей.

Рис. 3 иллюстрирует изменение групп симметричных составляющих за период наблюдения.

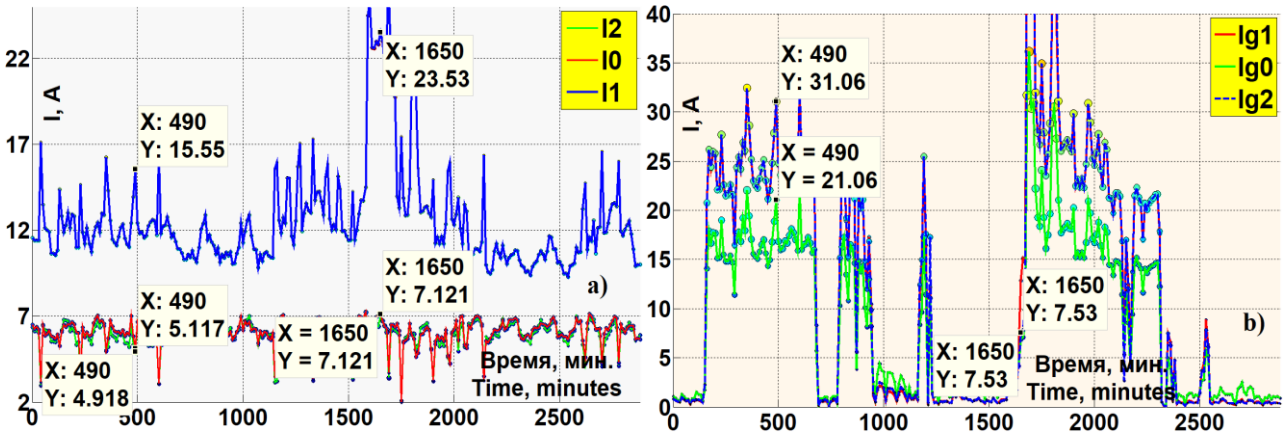


Рис. 3. Динамика изменения симметричных составляющих: a) основной частоты; b) высших гармонических составляющих
Fig. 3. Dynamics of changes in symmetrical components: a) fundamental frequency; b) higher harmonic components

Анализ полученных диаграмм позволил установить, что уровень небаланса фазных токов проявляется в достаточно высоких значениях совокупностей симметричных составляющих (рис. 3а).

Ток прямой последовательности (I1) составил 12,64 А, токи обратной и нулевой последовательностей (I2 и I0), соответственно, 46,8 % (5,92 А) и 47,9 % (6,05 А) тока I1[10].

Дополнительные совокупности токов прямой, обратной и нулевой последовательностей, обусловленные эмиссией высших гармонических составляющих, в основном периоде измерений составили 94,9 % (11,96 А), 95 % (11,99 А) и 69 % (8,72 А) от тока (I1). Режим работы исследуемой сети существенно не сбалансирован. Следовательно, будут увеличиваться и значимые исследуемые показатели (коэффициент небаланса и потери активной мощности).

На рис. 4 представлены диаграммы изменения исследуемых величин до подключения БУ, а также при имитационном моделировании подключения БУ в исследуемой сети.

Анализ рис. 4 показывает, что при отсутствии БУ в электрической сети усредненное значение коэффициента потерь (Кр) составило 21,42.

Это означает, что дополнительные потери тепловой энергии более чем в 20 раз

[9]Декларация соответствия принята на основании протокола испытания № 3/2014 от 25.08.2014 испытательной лаборатории SONEL S.A. № MDE SONEL 1601 FC от 17.10.2017 испытательной лаборатории 7 layers GmbH; № LIKE/074/2016 от 18.04.17; LIKE/015/2018 от 16.02.18 испытательной лаборатории LIKE Вроцлавского университета науки и техники; паспорта и руководства по эксплуатации.

[10]Здесь и далее значение показателя соответствует его среднему значению в десятиминутном промежутке измерений, усредненному за 289 10-минутных промежутков.

превышают аналогичные потери при режиме работы сети с полностью сбалансированным электропотреблением (идеальный, теоретический вариант, при котором составляющие I2, I0, Ig1, Ig2 и Ig0 будут равны нулю и коэффициент потерь равен 1). При включении БУ среднее значение коэффициента потерь становится равным 1,22. То есть эффективность балансирования составляет 94,3 %. Аналогично этому при включении БУ происходит снижение потерь активной (тепловой) мощности в усредненном десятиминутном интервале времени измерения: с 0,45 кВт до 0,043 кВт (эффективность балансирования 90,5 %).

Таким образом, применение предлагаемого технического средства позволяет снизить дополнительные тепловые потери более чем на 90 % и тем самым в значительной степени уменьшить вероятность возникновения пожароопасных ситуаций.

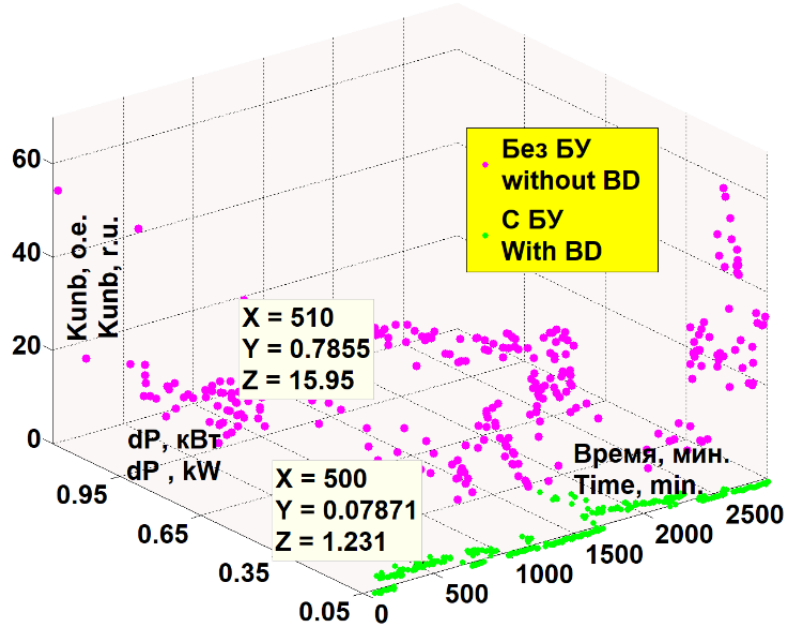


Рис. 4. Динамика изменения исследуемых показателей до и после подключения балансирующего устройства
Fig. 4. Dynamics of changes in the studied indicators before and after connecting the balancing device

Прогнозирование дополнительных тепловых потерь

Превентивная оценка критерия тепловых потерь (коэффициента потерь – K_{UNB}) необходима для предсказания с определенной вероятностью развития несбалансированного электропотребления, что позволит оценить возможный уровень опасности возникновения пожароопасных ситуаций.

В качестве исследуемого показателя рассмотрим изменение коэффициента K_{UNB} для которого используем массив данных, полученных при измерениях и расчетах.

Известно, что детерминированные расчеты исследуемых величин при прогнозировании электроэнергетических показателей могут быть основаны на использовании их средних значений[11]. Общее количество массива данных соответствует 289 значениям показателя, рассчитанного и усредненного в 289 10-минутных промежутках.

Получение данных прогностической оценки изменения K_{UNB} может быть достаточно адекватным при условии неизменности режима электропотребления во внутренней электрической сети.

В основе прогнозирования электроэнергетических показателей лежат, как правило, статистические и интеллектуальные методы. Рассмотрим возможность получения прогнозных значений исследуемого показателя этими двумя методами.

На первоначальном этапе, используя технологии Excel, определялся коэффициент автокорреляции для исходного массива данных. Полученное значение коэффициента автокорреляции составило 0,81. Таким образом, внутрирядная связь массива данных для этого

[11]Трофимова Е.А., Кисляк Н. В., Гилев Д.В. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. ун-т, 2018. 160 с.

показателя достаточно высокая. Рассмотрим возможность использования двух методов прогнозирования: регрессионного анализа и возможностей искусственных нейронных сетей (ИНС) на основе использования технологии Matlab. Регрессионный анализ [30] производился с использованием возможностей программной оболочки Excel. В результате была получена авторегрессионная модель и уравнение тренда для коэффициента потерь (рис. 5).

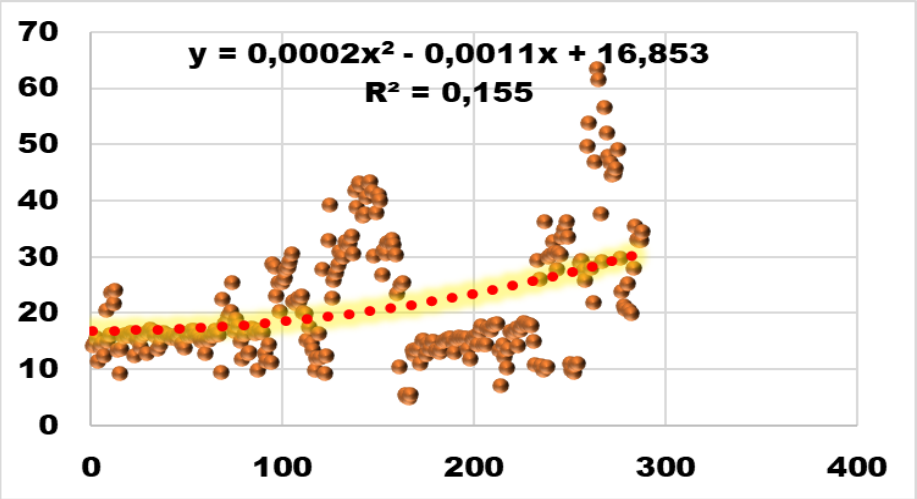


Рис. 5. Авторегрессионная модель и уравнение тренда для коэффициента потерь мощности (K_{UNB})
Fig. 5. The autoregressive model and the trend equation for the power loss coefficient (K_{UNB})

Для получения прогнозного значения коэффициента K_{UNB} необходимо в полученное уравнение тренда полиномиальной авторегрессионной модели вместо «x» вставить последнее значение ряда массива данных (34,52).

В результате получаем значение 17,05. Сравнивая это число со средним значением коэффициента по всему массиву предварительных данных (21,42) можно увидеть, что прогнозное значение практически на 20 % меньше реального усредненного значения. И это неудивительно, поскольку значение коэффициента детерминации в уравнении тренда R^2 = 0,155. Это означает, что наступление прогнозного значения возможно лишь с вероятностью 15,5 %.

Прогнозирование с использованием ИНС

В качестве инструментария использования ИНС для превентивной оценки дополнительных потерь выбрана среда технологий Matlab, как наиболее часто применяемый инструментарий для осуществления кратко- и среднесрочных прогнозов энергетических параметров [30–33].

В качестве среды обучения ИНС принят инструмент Time Series Tool и нелинейная авторегрессия (NAR), благодаря которым реализуется нейронная сеть прямого распространения, использование которой позволяет предсказать значение результативного признака с учетом предыдущих значений с некоторым сдвигом *d* [31].

В используемой выборке массива данных из 289 значений показателя исследуемого ряда, путем случайного перебора данных было проверено семь вариантов соотношений: обучение–утверждение–тестирование (70-15-15; 85-5-10; 90-5-5; 80-10-10; 75-15-10; 85-10-5; 75-10-15). Рис. 6a иллюстрирует один из рассмотренных вариантов. Для каждого из интервалов рассматривалось использование нескольких вариантов сочетаний количества нейронов и задержек (рис. 6b). На представленном варианте при обучении ИНС наиболее приближенное прогнозное значение к усредненному (21,42) составило 21,52 (рис. 6c). Превышение прогнозного значения K_{UNB} над его усредненной величиной массива данных составило всего 0,5 %. Следовательно, полученное прогнозное значение показателя указало, что при неизменном электропотреблении во внутренней электрической сети ИД в 19:30 каждых суток коэффициент K_{UNB}, характеризующий превышение потерь в реальном несбалансированном режиме работы сети над аналогичными потерями в условно сбалансированном режиме, будет иметь указанное значение с вероятностью 0,91 (рис. 6d).

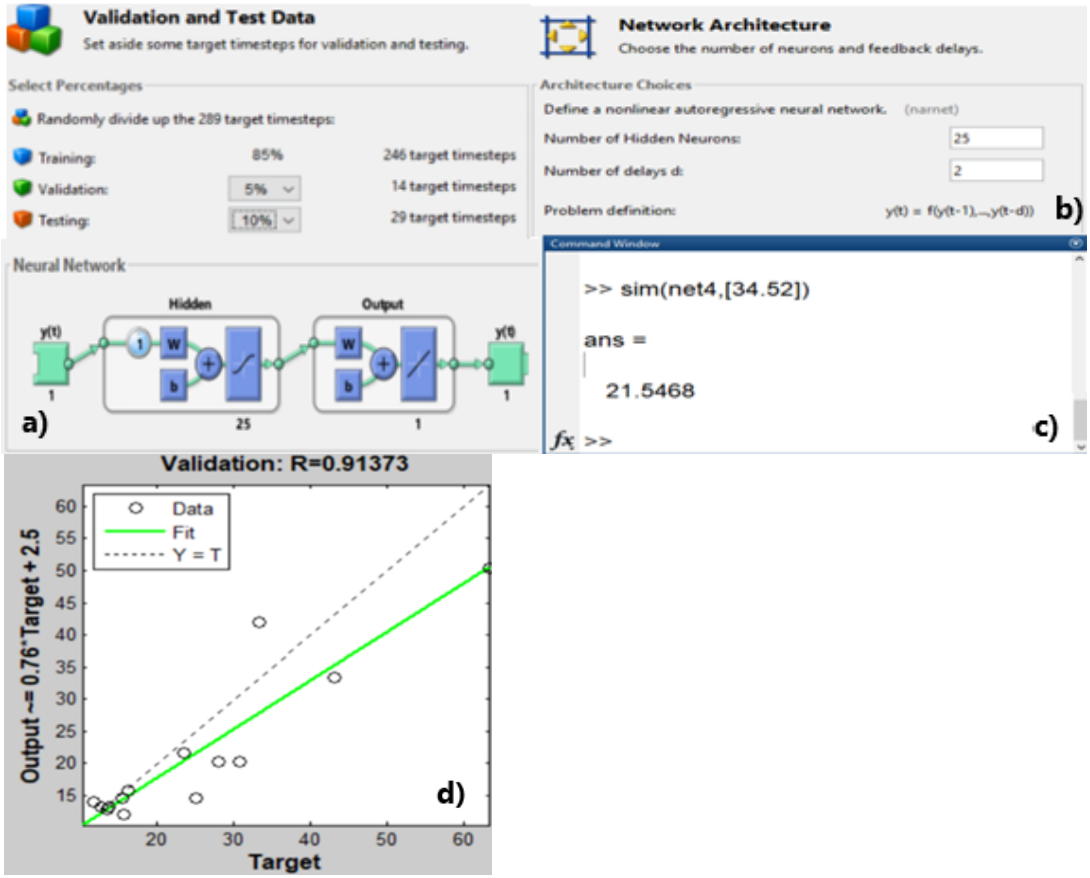


Рис. 6. Архитектура искусственных нейронных сетей при прогнозировании $K_{UNB.}$: a) вариант тестирования; b) вариант сочетания нейронов и задержек; c) ответ; d) вероятность утверждения

Fig. 6. The architecture of artificial neural networks in predicting $K_{UNB.}$: a) testing option; b) combination of neurons and delays; c) answer; d) probability of approval

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Возрастание уровня индивидуального жилищного строительства в Иркутской области требует разработки мероприятий, предотвращающих возникновение чрезвычайных ситуаций, связанных с возрастающей пожароопасностью во внутренних электрических сетях индивидуальных домовладений.

2. Использование современных электроприемников для удовлетворения бытовых потребностей населения связано с возникновением дополнительной токовой нагрузки, вызывающей несбалансированность электропотребления и увеличение тепловых потерь во внутренних электрических сетях.

3. Наибольшей эффективностью балансирования режима работы исследуемой электрической сети может обладать предлагаемое авторское устройство балансировки режима работы сети, позволяющее значительно (более чем на 90 %) снизить дополнительную тепловую нагрузку и уменьшить вероятность возникновения пожаров.

4. Произведена превентивная оценка показателя, характеризующего несбалансированность электропотребления в сети индивидуальных домовладений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Naumov I.V. Savina N.V., Yamshchikova I.V., Shevchenko M.V. Methods for Fire Risk Reduction in Residential Premises with The Help of Balancing Devises // IPASJ International Journal of Electrical Engineering. 2017. Vol. 5. Iss. 5. P. 10–16. EDN: XGTBUB.

2. Naumov I.V. An Analysis of Fires Due to Violation of the Rules for Design and Operation of Electrical Plants, and How to Prevent them in Residential Buildings (on the Example of the Amur Region) // 2019 International

Science and Technology Conference “EastConf". 2019. P. 1–15. http://doi.org/10.1109/EastConf.2019.8725407. EDN: CWDAAU.
3. Наумов И.В., Карамов Д.Н. К вопросу о возникновении пожароопасных ситуаций при несимметричном электропотреблении // Надежность и безопасность энергетики. 2021. Т. 14. № 1. С. 69–76. https://doi.org/10.24223/1999-5555-2021-14-1-69-76. EDN: IGMLUW.
4. Наумов И.В. Симметрирование режимов работы внутренних электрических трехфазных сетей, как средства снижения пожарной опасности // Актуальные вопросы аграрной науки. 2021. № 38. С. 19–26. EDN: TILWTX.
5. Наумов И.В., Бастрон А.В. Исследование несимметричных режимов работы внутренних электрических сетей индивидуальных жилых домов в сельской местности // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6 (133). С. 44–58. https://doi.org/10.24412/2227-9407-2022-6-44-58. EDN: IOPTBX.
6. Наумов И.В. К вопросу о пожарной безопасности при строительстве индивидуальных жилых домов // Известия Вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 3. С. 350–361. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-3-350-361. EDN: HFWQXY.
7. Наумов И.В. О выборе допустимых сечений проводникового материала внутренних электрических сетей при строительстве индивидуальных домовладений // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 4. С. 589–599. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-589-599. EDN: RDNJOG.
8. Naumov I.V., Podyachikh S.V., Yakupova M.A. and Fedorinova E.S. Methodological Bases of the Fire Hazard Reduction in Internal and External 0.38 kV Electrical Networks with Unbalancing Power Consumption // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2022. P. 1–12. http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1045/1/012145. EDN: NUKSBQ.
9. Абдиева З.Э., Назаров Б.Б. Причины возникновения несимметричных режимов в электрических сетях 0,38 кВ // Наука и инновационные технологии. 2017. № 1 (3). С. 64–67. EDN: YMGZTU.
10. Lumbreras D., Gálvez E., Collado A., Zaragoza J. Trends in Power Quality, Harmonic Mitigation and Standards for Light and Heavy Industries: A Review // Energies. 2020. Vol. 13. Iss. 21. P. 1–24. https://doi.org/10.3390/en13215792.
11. Оськин С.В., Макаренко А.С., Дидыч В.А., Моргун С.В., Моргун С.М. Результаты анализа качества и безопасности электроэнергии на производственном объекте // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. 2017. № 4 (32). С. 149–155. EDN: RYSQBE.
12. Коновалов Ю.В., Воробьев И.И. Анализ качества электроэнергии на предприятии // Вестник Ангарской государственной технической академии. 2014. № 8. С. 57–60. EDN: TAVLDP.
13. Костюков Д.А. Оценка вклада потребителя в несимметрию напряжения вдоль нулевой последовательности в точке общего подключения // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2018. № 6 (69). С. 24–34. https://doi.org/10.37493/2307-907X-2018-69-6-24-34. EDN: YWPRNJ.
14. Килин С.В., Вендин С.В. Анализ несинусоидальности и несимметрии в электрических сетях 0,4-10 кВ // Проблемы электрификации сельского хозяйства: сб. науч. трудов по материалам Всеросс. науч.-практ. конф. (г. Ярославль, 15 ноябрь 2017 г.). Ярославль, 2018. С. 15–21. EDN: XNIJZJ.
15. Dugan R.C., McGranaghan M.F., Santoso S., Beaty H.W. Electrical Power Systems Quality. New-York: McGraw- Hill Professional, 2012. 576 p.
16. Ahmed I.A., Zobaa A.F., Taylor G.A. Power Quality Issues of 3MW Direct-Driven PMSG Wind Turbine // 50th International Universities Power Engineering Conference (UPEC). 2015. P. 1–6. https://doi.org/10.1109/UPEC.2015.7339760.
17. Гольдштейн В.Г., Сливкин В.Г. Анализ электромагнитной совместимости низковольтных электроприемников с несимметричными режимами работы высоковольтных электрических сетей // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: физико-математические науки. 2002. № 16. С. 205–208. EDN: EBNEPZ.
18. Жилин М.И., Воркунов О.В. Повышение качества электрической энергии // Приоритетные направления развития науки. Сб. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х частях (г. Москва, 07 июня 2017 г.). М., 2017. С. 83–85. EDN: ZEZYER.
19. Neufeld O., Tancogne-Dejean N., Rubio A. Comment on “Origin of Symmetry-Forbidden High-Order Harmonic Generation in the Time-Dependent Kohn-Sham Formulation” // Physical Review. 2022. Vol. 105. Iss. 4. P. 1–4. http://doi.org/10.1103/PhysRevA.105.047101.
20. Hadarig A.I., Vázquez C., Fernández M., Ver Hoeye S., Hotopan G.R., Camblor R. [et all.] Experemental Analysis of the High-Order Harmonic Components Generation in Few-Layer Graphene // Applied Physics A. 2018. Vol. 118. P. 83–89. https://doi.org/10.1007/s00339-014-8739-y.
21.Косоухов Ф.Д., Наумов И.В. Несимметрия напряжений и токов в сельских распределительных сетях / Монография, Иркутск, Издательство "ИДП", 2003. – 259С.

22. Наумов И.В., Федоринова Э.С., Якупова М.А. Минимизация последствий искажения качества электрической энергии при несимметрично-несинусоидальном электропотреблении // Промышленная энергетика. 2023. № 3. С. 52–61. https://doi.org/10.34831/EP.2023.56.49.007. EDN: YQTRAK.
23. Пат. № 982146, СССР, H02J 3/26. Симметрирующее устройство для трехфазной четырехпроводной электрической сети / А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов, И.В. Мостовяк, А.В. Самков; заявитель и патентообладатель Институт электродинамики АН Украинской ССР. Заявл. 09.04.1981; опубл. 15.12.1982. Бюл. № 46.
24. Пат. № 188396, Российская Федерация, H02J 3/28, H02J 9/06. Устройство симметрирования напряжения в высоковольтных сетях / В.В. Буренин, Н.П. Кириллов, В.И. Полянский, С.Н. Слепов, А.Н. Сова, А.В. Филимонов; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Корпорация “Стратегические пункты управления”» АО «Корпорация “СПУ – ЦКБ ТМ”». Заявл. 05.03.2019; опубл. 11.04.2019.
25. Пат. № 61063, Российская Федерация, H02J3/26. Симметрирующее устройство для трехфазной четырехпроводной сети с регулируемыми параметрами / Д.А. Иванов, И.В. Наумов, Д.А. Шпак, А.А. Матвеенко, С.В. Подъячих, С.В. Сукьясов; заявитель и патентообладатель Иркутская государственная сельскохозяйственная академия Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования. Заявл. 03.04.2006; опубл. 10.02.2007. Бюл. № 4.
26. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. М.: Энергоатомиздат, 2000. 331 с.
27. Коверникова Л.И. Централизованное снижение уровня высших гармоник в сети с нелинейными нагрузками с помощью пассивных фильтров // Электричество. 2010. № 9. С. 50–55. EDN: MUGWJZ/
28. Пат. № 2811981, Российская Федерация, H02J 3/26. Универсальное балансирующее устройство для четырехпроводных электрических сетей / Наумов И.В., Подъячих С.В., Карамов Д.Н., Ермолаев Д. С.; заявитель и патентообладатель Иркутский государственный аграрный университет. опубл. 22.01.2024.
29. Наумов И.В. Устройство для снижения потерь в электрических сетях с нелинейно-несимметричной нагрузкой // Электричество. 2023. № 6. С. 57–66. https://doi.org/10.24160/0013-5380-2023-6-57-66. EDN: FJYVCA.
30. Лебедев Ю.А., Летягина Е.Н., Рузанов А.И., Сидоренко Ю.А. Регрессионный анализ энергопотребления в промышленных регионах // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2014. № 3 (35). С. 29–32. EDN: SWEOYR.
31. Клычев В.Е. Применение нелинейных авторегрессионных моделей нейронных сетей для прогнозирования экономических показателе // Ученые записки Тамбовского отделения РОСМУ. 2016. № 5. С. 133–136. EDN: VEIKZV.
32. Щербатов И.А. Применение искусственных нейронных сетей при управлении энергетическим оборудование. Часть 2. Прогнозирование значений параметров, дефектов, отказов и технического состояния // Новое в Российской электроэнергетике. 2020. № 10. С. 37–46. EDN: INEWCY.
33. Бильгаева Л.П., Власов К.Г. Исследование моделей нейросетевого прогнозирования в среде Matlab // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. 2017. № 1 (7). С. 11–19. EDN: YTAXKX.

REFERENCES

1. Naumov I.V. Savina N.V., Yamshchikova I.V., Shevchenko M.V. Methods for Fire Risk Reduction in Residential Premises with The Help of Balancing Devises. *IPASJ International Journal of Electrical Engineering.* 2017;5(5):10-16. EDN: XGTBUB.
2. Naumov I.V. An Analysis of Fires Due to Violation of the Rules for Design and Operation of Electrical Plants, and How to Prevent them in Residential Buildings (on the Example of the Amur Region) // *2019 International Science and Technology Conference “EastConf".* 2019:1-15. http://doi.org/10.1109/EastConf.2019.8725407. EDN: CWDAAU.
3. Naumov I.V., Karamov D.A. On The Issue of Occurrence of Fire-Hazardous Situations with Unbalanced Power Consumption. *Nadezhnost’ i bezopasnost’ energetiki = Safety & Reliability of Power Industry.* 2021;14(1):69-76. (In Russ.). https://doi.org/10.24223/1999-5555-2021-14-1-69-76. EDN: IGMLUW.
4. Naumov I.V. Symmetration of Operating Modes of Internal Three-Phase Electric Networks as A Means of Reducing Fire Hazard. Aktual'nye voprosy agrarnoi nauki = Actual issues of agrarian science. 2021;38:19-26. (In Russ.). EDN: TILWTX.
5. Naumov I.V., Bastron A.V. Unbalancing Modes Investigation of the Operation Internal Individual Residential Buildings Electrical Networks in Rural Areas. *Vestnik NGIEI = Bulletin NGIEI.* 2022;6(133):44-58. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2227-9407-2022-6-44-58. EDN: IOPTBX.
6. Naumov I.V. Revisiting The Issue of Fire Safety in Private Housing Construction. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2022;12(3):350-361. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-3-350-361. EDN: HFWQXY.

7. Naumov I. V. On The Choice of Allowable Cross-Sections of Conductor Material in Internal Electrical Networks When Building Individual Households. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2022;12(4):589-599. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-589-599. EDN: RDNJOG.
8. Naumov I.V., Podyachikh S.V., Yakupova M.A. and Fedorinova E.S. Methodological Bases of the Fire Hazard Reduction in Internal and External 0.38 kV Electrical Networks with Unbalancing Power Consumption. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2022;1-12. http://doi.org/10.1088/1755-1315/1045/1/012145. EDN: NUKSBQ.
9. Abdieva Z.E., Nazarov B.B. Causes of Non-Symmetric Regimes Electrical Networks 0.38kV. *Nauka i innovatsionnye tekhnologii = Science and Innovative Technologies*. 2017;1(3):64-67. (In Russ.). EDN: YMGZTU.
10. Lumbreras D., Gálvez E., Collado A., Zaragoza J. Trends in Power Quality, Harmonic Mitigation and Standards for Light and Heavy Industries: A Review. *Energies*. 2020;13(21):1-24. https://doi.org/10.3390/en13215792.
11. Os'kin S.V., Makarenko A.S., Didych V.A., Morgun S.V., Morgun S.M. Results of Analysis of the Quality and Safety of Electricity at A Production Facility. *Chrezvychainye situatsii: promyshlennaya i ekologicheskaya bezopasnost' = Emergency Situations: Industrial and Environmental Safety.* 2017;4(32):149-155. (In Russ.). EDN: RYSQBE.
12. Konovalov Y.V., Vorobyov I.I. Energy Consumption Quality Analysis for Enterprise. *Vestnik Angarskoi gosudarstvennoi tekhnicheskoi akademii = Bulletin of The Angarsk State Technical University.* 2014;8:57-60. (In Russ.). EDN: TAVLDP.
13. Kostyukov D.A. Assessment of Consumer Impact On Voltage Asymmetry by The Zero Sequence at The Point of Common Connection. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta = Newsletter of North-Caucasus Federal University.* 2018;6(69):24-34. (In Russ.). https://doi.org/10.37493/2307-907X-2018-69-6-24-34. EDN: YWPRNJ.
14. Kilin S.V., Vendin S.V. Analysis of Non-Sinusoidal and Unbalance in Electrical Networks 0,4-10kV. In: *Problemy elektrifikatsii sel'skogo khozyaistva: sbornik nauchnykh trudov po materialam Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Problems of Electrification of Agriculture: A Collection of Scientific Papers Based on Materials from The All-Russian Scientific and Practical Conference.* 15 November 2017, Yaroslavl. Yaroslavl; 2018. P. 15-21. (In Russ.). EDN: XNIJZJ.
15. Dugan R.C., McGranaghan M.F., Santoso S., Beaty H.W. *Electrical Power Systems Quality.* New-York: McGraw- Hill Professional, 2012. 576 p.
16. Ahmed I.A., Zobaa A.F., Taylor G.A. Power Quality Issues of 3MW Direct-Driven PMSG Wind Turbine. *50th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)*. 2015:1-6. https://doi.org/10.1109/UPEC.2015.7339760.
17. Gol'dshtein V.G., Slivkin V.G. Analysis of Electromagnetic Compatibility of Low-Voltage Electrical Receivers with Asymmetrical Operating Modes of High-Voltage Electrical Networks. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: fiziko-matematicheskie nauki = Journal of Samara State Technical University, Ser. Physical and Mathematical Sciences.* 2002;16:205-208. (In Russ.). EDN: EBNEPZ.
18. Zhilin M.I., Vorkunov O.V. Improving The Quality of Electrical Energy. In: *Prioritetnye napravleniya razvitiya nauki. Sbornik statei po materialam mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. V 2-kh chastyakh = Priority Directions for The Development of Science. Collection of Articles Based On Materials from The International Scientific and Practical Conference. In 2 Parts.* 07June 2017, Moscow. Moscow; 2017, Part 2, P. 83-85. (In Russ.). EDN: ZEZYER.
19. Neufeld O., Tancogne-Dejean N., Rubio A. Comment on “Origin of Symmetry-Forbidden High-Order Harmonic Generation in the Time-Dependent Kohn-Sham Formulation”. *Physical Review*. 2022;105(4):1-4. http://doi.org/10.1103/PhysRevA.105.047101.
20. Hadarig A.I., Vázquez C., Fernández M., Ver Hoeye S., Hotopan G.R., Camblor R. [et all.] Experemental Analysis of the High-Order Harmonic Components Generation in Few-Layer Graphene. *Applied Physics A.* 2018;118:83-89. https://doi.org/10.1007/s00339-014-8739-y.
21. Kosoukhov F.D., Naumov I.V. Asymmetry of voltages and currents in rural distribution networks / Monograph, Irkutsk, Publishing House "IDP", 2003. – 259 p.
22. Naumov I.V., Fedorinova E.S., Yakupova M.A. Minimization of the Consequences of Power Quality Distortion in Case of Asymmetric-Non-Sinusoidal Power Consumption. *Promyshlennaya energetika = Industrial Power Engineering.* 2023;3:52-61. (In Russ.). https://doi.org/10.34831/EP.2023.56.49.007. EDN: YQTRAK.
23. Shidlovskii A.K., Kuznetsov V.G., Mostovyak I.V., Samkov A.V. Balancing Device for A Three-Phase Four-Wire Electrical Network. Patent USSR, no. 982146; 1981. (In Russ.).
24. Burenin V.V., Kirillov N.P., Polyanskii V.I., Slepov S.N., Sova A.N., Filimonov A.V. *Voltage Balancing Device in High-Voltage Networks.* Patent RF, no. 188396; 2019. (In Russ.).

25. Ivanov D.A., Naumov I.V., Shpak D.A., Matveenko A.A., Pod"yachikh S.V., Suk'yasov S.V. *Balancing Device for A Three-Phase Four-Wire Network with Adjustable Parameters.* Patent RF, no. 61063; 2006. (In Russ.).
26. Zhezhelenko I.V. *Higher Harmonics in Power Supply Systems of Industrial Enterprises*. Moscow: Energoatomizdat, 2000. 331 p.
27. Kovernikova L.I. Centralized Reduction of The Level of Higher Harmonics in A Network with Nonlinear Loads Using Passive Filters. *Elektrichestvo = Electricity.* 2010;9:50-55. (In Russ.). EDN: MUGWJZ.
28. Naumov I.V., Podyachikh S.V., Karamov D.N., Ermolaev D. S. *Universal balancing device for four-wire electrical networks*. Patent RF, no. 2811981; 2024. (In Russ.).
29. Naumov I.V. A Device for Decreasing Loss in Electric Networks Containing Unbalanced Nonlinear Load. *Elektrichestvo = Electricity*. 2023;6:57-66. (In Russ.). https://doi.org/10.24160/0013-5380-2023-6-57-66. EDN: FJYVCA.
30. Lebedev Yu.A., Letyagina E.N., Ruzanov A.I., Sidorenko Yu.A. Regression Analysis of Energy Consumption in Industrial Regions. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Sotsial'nye nauki = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. Series: Social Sciences.* 2014;3(35): 29-32. (In Russ.). EDN: SWEOYR.
31. Klychev V.E. Application of Nonlinear Autoregressive Neural Network Models for Forecasting of Economic Indicators. *Uchenye zapiski Tambovskogo otdeleniya ROSMU = Scientific Notes of The Tambov Branch of ROSMU.* 2016;5:133-136. (In Russ.). EDN: VEIKZV.
32. Shcherbatov I.A. Application of Artificial Neural Networks in the Control of Energy Equipment. Part 2. Prediction of Parameter Values, Defects, Failures and Technical Condition. *Novoe v Rossiiskoi elektroenergetike = New in Russian Electrical Power-Engineering.* 2020;10:37-46. (In Russ.). EDN: INEWCY.
33. Bilgaeva L.P., Vlasov K.G. The Study of Models of Neural Network Forecasting in Matlab. *Prilozhenie matematiki v ekonomicheskikh i tekhnicheskikh issledovaniyakh = Application of Mathematics in Economic and Technical Research*. 2017;1(7):11-19. (In Russ.). EDN: YTAXKX.

Информация об авторах

Наумов Игорь Владимирович,
д.т.н., профессор,
профессор кафедры электроснабжения
и электротехники,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
Иркутский государственный аграрный
университет им. А. А. Ежевского,
664038, Иркутский р-н,
пос. Молодежный, 1/1, Россия
e-mail: professornaumov@list.ru
https://orcid.org/0000-0003-4767-0127
Author ID: 852584

Ямщикова Ирина Валентиновна,
к.э.н., доцент кафедры экспертизы
и управления недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664038, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: yamsirina@yandex.ru
http://orcid.org/0000-0002-6183-3255
Author ID: 768707

Information about the authors

Igor V. Naumov,
Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Professor of the Department of Power Supply
and Electrical Engineering,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
Irkutsk State Agrarian University
named after A. A. Yezhevsky,
1/1 Molodezhnyy settlement, Irkutsk 664038,
Russia,
e-mail: professornaumov@list.ru
https://orcid.org/0000-0003-4767-0127
Author ID: 852584

Irina V. Yamshchikova,
Cand. Sci. (Econ),
Associate Professor of the Department
of Real Estate Expertise and Management,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: yamsirina@yandex.ru
http://orcid.org/0000-0002-6183-3255
Author ID: 768707

Вклад авторов

Наумов И.В. произвел исследование, подготовил статью к публикации и несет ответственность за плагиат.

Contribution of the authors

I.V. Naumov conducted the research, prepared the article for publication and is responsible for plagiarism.

Ямщикова И.В. осуществляла иллюстративное сопровождение материала и произвела оформление статьи по требованиям журнала

I.V. Yamshchikova provided illustrative support for the material and designed the article according to the requirements of the journal

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 29.03.2024.
Одобрена после рецензирования 16.04.2024.
Принята к публикации 17.04.2024.

Information about the article

The article was submitted 29.03.2024.
Approved after reviewing 16.04.2024.
Accepted for publication 17.04.2024.

Оригинальная статья
УДК 691.32
EDN: VDFRJV
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-340-347

Прогнозирование жизненного цикла железобетонных конструкций в суровых климатических условиях

Б.И. Пинус[1]✉
[1]Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Рассматривается вопрос проектного прогнозирования в рамках методологии предельных состояний жизненного цикла железобетонных конструкций, эксплуатируемых в суровых климатических условиях. Предлагается в качестве критериального показателя функциональной пригодности конструкций принять индекс надежности β, условно регламентированного нормами для расчетных предельных состояний. Кинетика индекса надежности β в процессе циклического замораживания и оттаивания ценивается посредством многофакторного периодического экспериментального контроля показателей прочности и деформативности в замороженном и оттаявшем состояниях. Испытания велись на призматических (100×100×400 мм) и кубических (100 мм) образцах зрелого бетона (180 суток) класса B25, марки по морозостойкости F270. При этом параметрический отказ элемента отождествляется с моментом достижения критериальным параметром порогового значения. Его выбор и величина устанавливается (с требуемой обеспеченностью!) по нормативным функциональным моделям предельного состояния, преобразованным к виду, характеризующему зависимость параметра сопротивления бетона от величины расчетного усилия и параметров сечения. Периодичность испытаний принята с учетом специфики морозной деструкции бетонов как многостадийного процесса структурной приспособляемости, образования и накопления микротрещин. Статистические аспекты параметров сопротивления определялись по опытным данным с использованием метода максимума правдоподобия и критерия Пирсона (χ^2) в оценке их согласованности теоретическим распределением. Рассматриваются дополнительные переходные расчетные ситуации, учитывающие термо-влажностное состояние конструкций, и приводятся статистически представительные экспериментальные данные, подтверждающие приемлемость предлагаемого подхода.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, жизненный цикл, индекс надежности, температурно-влажностные воздействия, морозостойкость

Для цитирования: Пинус Б.И. Прогнозирование жизненного цикла железобетонных конструкций в суровых климатических условиях // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2024. Т. 14. № 2. С. 340–347. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-340-347. EDN: VDFRJV.

Original article

Forecasting the life cycle of reinforced concrete structures in severe climatic conditions

Boris I. Pinus[1]✉
[1]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The article considers the problem of design forecasting of the life cycle of reinforced concrete structures operated in severe climatic conditions using the methodology of limit states. The authors propose to use the reliability index β, conditionally regulated by the norms for design limit states, as a criterion index of the functional suitability of structures. The kinetics of the reliability index β during cyclic freezing and thawing is evaluated by means of multifactor periodic experimental control of strength and deformability indices in frozen and thawed states. Testing was conducted using prismatic (100×100×400 mm)

and cubic (100 mm) specimens of the B25 mature concrete (180 days), F270 frost resistance grade. In this case, the parametric failure of an element was identified by the moment when the criterion parameter reached the threshold value. The threshold is extablished (with the required level of reliability) by normative functional models of the limit state, transformed to a form describing the dependence of the concrete resistance parameter on the value of the estimated force and section parameters. Test intervals were determined considering the specificity of concrete frost degradation as a multistage process of structural adaptability, as well as microcrack formation and accumulation. Statistical aspects of resistance parameters were identified from experimental data using the maximum likelihood method and Pearson's criterion (χ2) in assessing their consistency with the theoretical distribution. Additional transient design situations that consider the thermal-moisture state of the structures are considered. The presented experimental data confirmed the feasibility of the proposed approach.

Keywords: reinforced concrete structures, life cycle, reliability index, temperature and humidity effects, frost resistance

For citation: Pinus B.I. Forecasting the life cycle of reinforced concrete structures in severe climatic conditions. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2): 340–347. (In Russ.) https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-340-347. EDN: VDFRJV.

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатация железобетонных конструкций в суровых климатических условиях сопровождается случайными суточными колебаниями температур в диапазоне отрицательных и знакопеременных значений.

Инициируемый при этом отклик конструкций характеризуется нестационарными тепломассообменными процессами [1–5][1], фазовыми переходами [6–8], и, как следствие [7–15] с сопутствующими изменениями внутреннего сопротивления.

Проектное прогнозирование возникающих последствий в рамках методологии нормативного подхода возможно посредством рассмотрения двух переходных расчетных ситуаций – сопротивления конструкций в криогенном и оттаявшем состояниях.

Предлагаемые для их анализа мгновенные динамические модели представляют собой преобразованные уравнения функциональной пригодности к форме, представляющей зависимость чувствительного к T-W воздействиям используемого показателя сопротивления бетона от проектного усилия, размеров сечения и планируемого армирования (СП 63.13330). При этом отказ конструкций по рассматриваемому предельному состоянию прогнозируется его достижением критериального значения, определяемого нормативным уровнем обеспеченности – индексом надежности β [16–19].

Экспериментально-аналитическое обоснование необходимости подобного подхода составляет целевую задачу исследования и предполагает априорную приемлемость следующих предпосылок:

– взаимонезависимость климатического воздействия и отклика железобетонных конструкций [6–9];

– прогноз надежности конструкций ведется на проектный срок эксплуатации, соответствующий времени исчерпания ресурса морозостойкости бетона («F»);

– проектная обеспеченность эксплуатационной пригодности конструкций не ниже 99,73 % и 95 %, соответственно по условиям прочности и деформациям [17–21].

МЕТОДЫ

Внешнее воздействие моделируется стационарными циклами замораживания и оттаивания. Кинетика индекса надежности β в процессе циклического замораживания и оттаивания (ЦЗО) оценивается посредством многофакторного периодического экспериментального контроля показателей прочности и деформативности в замороженном и оттаявшем состояниях. Испытания велись на призматических (100×100×400 мм) и кубических (100 мм) образцах зрелого бетона (180 суток) класса B25, марки по морозостойкости F270. Суточный цикл T-W воздействий состоял из постепенного (4 ч) охлаждения до минус 42 °C, 4-х часовой изотермии с последующим оттаиванием в воде (18 ± 2 °C). По истечении планового количества циклов этапа проводились испытания кубиков на раскалывание (6–12 штук) и призм на осевое сжатие (12–18 штук) в режиме постоянства скорости деформирования

[1]Пинус Б.И. Обеспечение долговечности функционирования железобетонных конструкций при низкотемпературных воздействиях.: дис. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук: 05.23.17. Иркутск, 1986. 495 с.

0,05 мм/мин. При этом время испытания и используемая термоизоляция позволяли исключить влияние изменения температуры замороженных образцов. В автоматическом режиме осуществлялась запись диаграмм сопротивления вплоть до момента полного разрушения бетона. Периодичность испытаний принята с учетом специфики морозной деструкции бетонов как многостадийного процесса структурной приспособляемости, образования и накопления микротрещин [6, 7, 10].

Статистические аспекты параметров сопротивления определялись по опытным данным с использованием метода максимума правдоподобия [20, 21] и критерия Пирсона (χ^2) в оценке их согласованности теоретическим распределением.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Целенаправленный систематизированный анализ опытных данных подтверждает установленное ранее [5, 12] разнонаправленное изменение при ЦЗО плотности и характера распределения всех нормируемых показателей сопротивления бетона в обоих расчетных состояниях. Нормальное распределение сохраняется при T-W воздействиях, не превышающих 70–80 % нормативного потенциала морозостойкости.

В дальнейшем опытные данные лучше аппроксимируются асимметричными распределениями различной направленности и амплитуды. Но ввиду ограниченности целевых задач исследования статистики параметров качества бетона определены в предположении их нормального распределения.

Такой подход приемлем [12, 23–27], и позволяет рассматривать его результаты в качестве приближенной (первичной) оценки исследуемых закономерностей.

Цикловая изменчивость всех контролируемых показателей сопротивления (табл. 1, 2, рисунок) имеет экстремальный вид, что связано с неоднозначностью инициированных последствий. На начальных этапах воздействий ($N \leq (0{,}3–0{,}4)F$) преобладают конструктивные эффекты структурной трансформации, характеризуемые возрастанием определяющих факторов функциональной надежности – величины и плотности распределения всех параметров прочности и деформативности.

Таблица 1. Статистики распределения параметров сопротивления в замороженном состоянии
Table 1. Statistics of the distribution of resistance parameters in the frozen state

Цикл	Прочность при сжатии, МПа			Предельные деформации, ‰			Модуль упругости, ГПа			Прочность при раскалывании, МПа		
	R_{bm}	C_v, %	β_R	ε_{bm}	C_v, %	β_ε	E_{bm}	C_v, %	β_E	R_{tm}	C_v, %	β_t
0	24	12,5	7,9	1,7	19,6	5,1	3,0	16,1	6,2	3,5	20,3	4,9
4	33,4	11,1	9,0	2,1	18,3	5,5	2,9	14,3	7,0	3,9	19,7	5,1
30	22,4	15,2	6,6	1,7	22,0	4,5	2,4	19,7	5,1	2,3	20,8	4,8
45	21,0	20,8	4,8	2,5	25,9	3,8	1,6	26,3	3,8	1,2	31,5	2,9

Таблица 2. Статистики распределения параметров сопротивления в оттаявшем состоянии
Table 2. Statistics of the distribution of resistance parameters in the thawed state

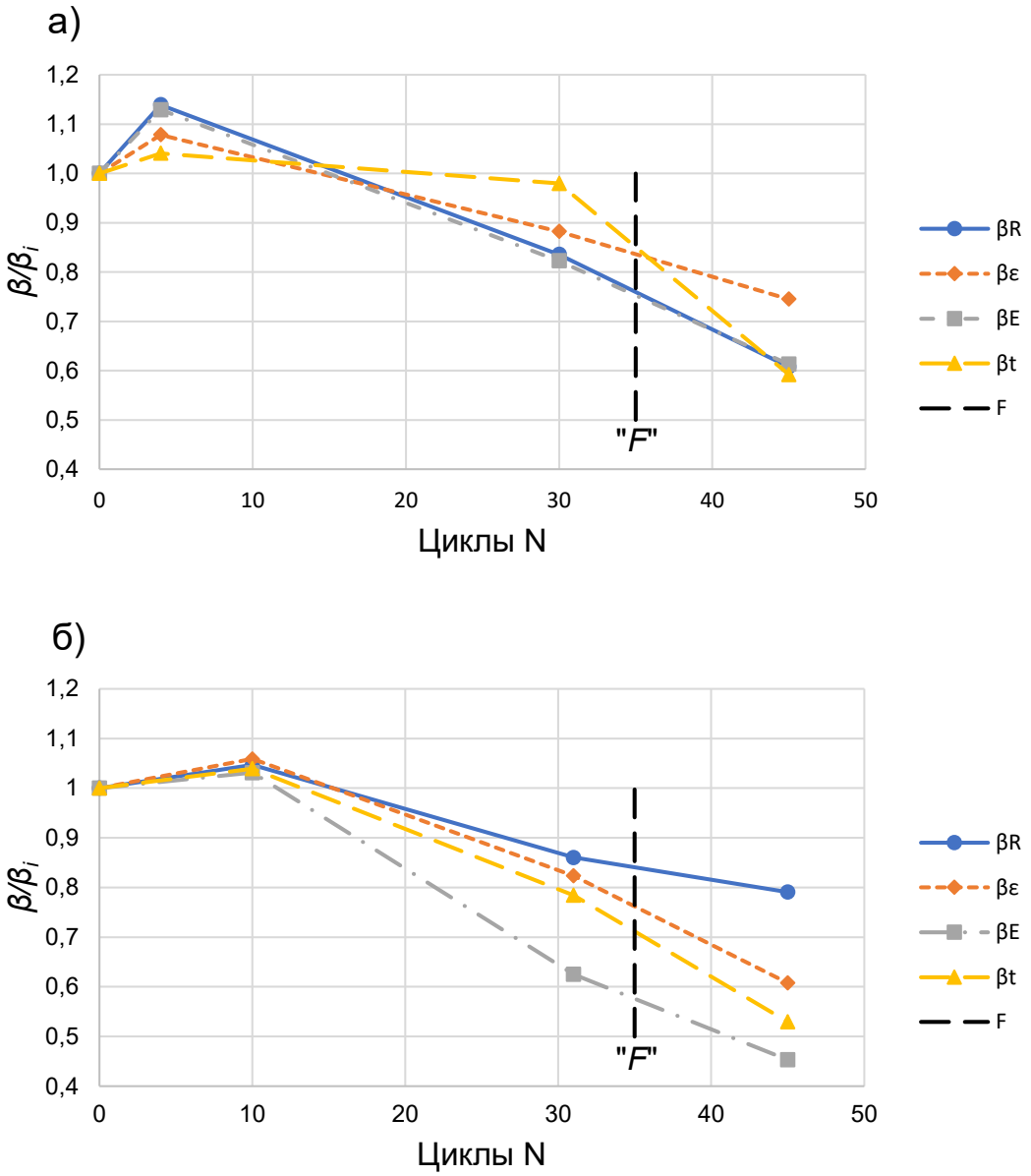
Цикл	Прочность при сжатии, МПа			Предельные деформации, ‰			Модуль упругости, ГПа			Прочность при раскалывании, МПа		
	R_{bm}	C_v, %	β_R	ε_{bm}	C_v, %	β_ε	E_{bm}	C_v, %	β_E	R_{tm}	C_v, %	β_t
10	24,5	14,2	7,0	1,9	18,4	5,4	2,9	15,2	6,6	3,2	18,8	5,3
31	20,2	27,1	3,7	2,6	23,6	4,2	2,2	24,9	4,0	2,0	24,8	4,0
45	19,1	29,4	3,4	6,5	31,9	3,1	1,4	34,8	2,9	1,1	36,6	2,7

С физических позиций это объяснимо [7, 10, 15, 28–30] частичной разрядкой внутреннего напряженного состояния из-за образования локальных микротрещин, развития сдвиговых деформаций с сопутствующим повышением плотности и однородности.

Не исключается и дополнительная гидратация бетона во время водного оттаивания образцов [3–7, 14, 31].

Преходящий характер конструктивных явлений подтверждается последующим неуклонным снижением всех индексов надежности β, определенных в форме индивидуализированных критериев функциональной пригодности конструкций (рисунок).

Их динамика различна, возрастает при оттаивании и свидетельствует как о более вероятном первоначальном преодолении порога деформационной надежности. Примечательно, что на принятой базе испытаний все значения индекса β находятся выше условного нормативного уровня.



Относительное изменение индекса надежности
а) в криогенном состоянии, б) в оттаявшем состоянии
Relative change in the reliability index
a) in a cryogenic state, b) in a thawed state

Это позволяет предполагать достаточность (соразмерность) нормативного учета низкотемпературных условий обеспечению функциональной надежности железобетонных конструкций в срок эксплуатации, соответствующий исчерпанию потенциала морозостойкости бетона.

ВЫВОДЫ

1. Проектное прогнозирование надежности железобетонных конструкций на расчетный срок эксплуатации в суровых климатических условиях возможно посредством рассмотрения динамических моделей функциональной пригодности, учитывающих статистические закономерности изменения всех значимых показателей сопротивления в криогенном и оттаявшем состояниях.

2. Необходимый ресурс функциональной пригодности может обеспечиваться дифференцируемой коррекцией индекса надежности по наиболее чувствительному к температурно-влажностным воздействиям критериальным параметрам соответствующего расчетного предельного состояния.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рогонский В.А., Кострица А.П., Шеряков В.Ф. Эксплуатационная надежность зданий. Л.: Стройиздат, 1983. 280 с.
2. Актуганов И.З. Методика оценки влияния климатических температурно-влажностных воздействий на долговечность бетона строительных конструкций // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1983. № 4. С. 14–18.
3. Горчаков Г.И., Гузеев Е.А., Сейланов Л.А. Криогенная деструкция железобетонных конструкций // Бетон и железобетон. 1985. № 1. С. 40–42.
4. Москвин В.М., Капкин Б.М., Мазур Б.М., Подвальный А.М. Стойкость бетона и железобетона при отрицательной температуре. М.: Стройиздат, 1967. 131 с.
5. Иванов Ф.М. Исследование морозостойкости бетона // Защита от коррозии строительных конструкций и повышение долговечности. М.: Стройиздат, 1969. С. 109–116.
6. Collins A.R. The destruction of Concrete by Frost // Journal of the Institute of Civil Engineering. 1944. Vol. 23. Iss. 1. P. 29–41. https://doi.org/10.1680/ijoti.1944.14086.
7. Москвин В.М., Капкин М.М., Савицкий А.Н., Ярмаковский В.Н. Бетон для строительства в суровых климатических условиях. Л.: Стройиздат, 1973. 172 с.
8. Актуганов И.З., Пушкин А.А. Экспериментальная проверка принципа линейность суммирования повреждений бетона при действии нестационарных знакопеременных циклов // Вопросы надежности железобетонных конструкций. Куйбышев: Куйбышевский инженерно-строительный институт им. А.И. Микояна, 1982. С. 5–8.
9. Важенин В.В. К вопросу о морозостойкости бетона и железобетона // Вопросы надежности железобетонных конструкций. Челябинск, 1966. С. 197–199.
10. Гладков В.С. О разрушении гидротехнического бетона при многократном замораживании и оттаивании в нестационарном режиме // Труды координационных совещаний по гидротехнике. Л.: Энергия, 1972. Вып. 73. С. 133–142.
11. Пинус Б.И., Пинус Ж.Н., Хомякова И.В. Изменение конструктивных свойств бетонов при охлаждении и замораживании // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 2. С. 111–115. EDN: TKOKYR.
12. Юдин А.П., Ткаченко Т.А. Деформации и стойкость одноосносжатого бетона при периодических T-W воздействиях среды // Труды Ростовского инженерно-строительного института. Ростов- на-Дону, 1976. Вып. 15. С. 16–25.
13. Москвин В.М., Капкин Б.М., Мазур Б.М., Подвальный А.М. Стойкость бетона и железобетона при отрицательной температуре. М.: Стройиздат, 1967. 131 с.
14. Власов Г.М., Бокарев С.А. Учет изменения прочностных и деформативных характеристик бетона после попеременного замораживания и оттаивания // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1984. № 11. С. 112–114.
15. Болотин В.В. Применение методов теории вероятности и теории надежности в расчетах надежности сооружений. М.: Стройиздат, 1971. 254 с.
16. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. М.: Стройиздат, 1978. 239 с.
17. Зайцев Ю.В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушений. М.: Стройиздат, 1982. 196 с.
18. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. М.: Стройиздат, 1996. 412 с.
19. Кубарев А.И., Аршакуни В.Л., Аронов И.З. Надежность в технике. Методы оценки параметрической надежности по функции измерения одного показателя. М.: Издательство стандартов, 1979. 52 с.
20. Ллойд Д.К., Липов М.П. Надежность. Организация. Исследование. Методы. Математический аппарат. М.: Советское радио, 1964. 686 с.
21. Батяновский Э.И. Гуриненко Н.С., Корсун А.М. Структура, непроницаемость и долговечность цементного бетона // Наука и техника. 2022. Т. 21. № 1. С. 19–27. https://doi.org/10.21122/2227- 1031-2022-21-1-19-27. EDN: WLFFAP.
22. Малюк В.В. Концепция долговечности бетона для прогноза срока службы конструкций в условиях морозного воздействия // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2020. № 4 (45). С. 105–115. https://doi.org/10.24866/2227-6858/2020-4-11. EDN: WEOVQW.
23. Пинус Б.И., Корнеева И.Г., Калашников М.П. Статистические закономерности изменения параметров внутреннего сопротивления цементных композитов при замораживании и оттаивании // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 2. С. 206–213. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-2-206-213. EDN: HDMYUU.

24. Корсаков Н.В., Корсакова Т.И. Анализ долговечности сталефибробетонных конструкций в условиях знакопеременных температур // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. № 6-3 (81). С. 122–126. https://doi.org/10.24412/2500-1000-2023-6-3-122-126. EDN: IWWKWE.
25. Парфенов А.А., Сивакова О.А., Гусарь О.А., Балакирева В.В. Работа и разрушение бетона в условиях высокой и низкой температуры // Строительные материалы. 2019. № 3. С. 64–67. https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-64-66. EDN: ZIKFHV.
26. Непомящий А.Н., Выровой В.Н., Суханов В.Г. Влияние условий замораживания на морозостойкость строительных композитов // Эксперт: теория и практика. 2020. № 4 (7). С. 41–46. https://doi.org/10.24411/2686-7818-2020-10034. EDN: MLXYLM.
27. Осипов С.Н., Чик В.М. О стохастическом подходе к оценке долговечности железобетонных строительных элементов и конструкций при карбонизации бетона // Наука и техника. 2020. Т. 19. № 3. С. 241–251. https://doi.org/10.21122/2227-1031-2020-19-3-241-251. EDN: FIANOM.
28. Леонович С.Н., Шалый Е.Е., Литвиновский Д.А., Степанова А.В. Долговечность бетона при комбинированном воздействии окружающей среды и механической нагрузки: анализ экспериментальных исследований // Наука и техника. 2022. Т. 21. № 4. С. 269–280. https://doi.org/10.21122/2227-1031-2022-21-4-269-280. EDN: LRLHXF.
29. Чернышов Е.М., Федосов С.В., Румянцева В.Е. Развитие методов прогнозирования долговечности строительных конструкций на основе разработки теории и моделей коррозии бетонов с учетом явлений тепломассопереноса и формирования градиентных состояний // Academia. Архитектура и строительство. 2023. № 1. С. 89–100. https://doi.org/10.22337/2077-9038-2023-1-89-100. EDN: LUOBRF.
30. Селяев В.П., Селяев П.В., Кечуткина Е.Л., Бабушкина Д.Р., Грязнов С.И. Моделирование работы железобетонных конструкций с учетом совместного действия механических нагрузок и агрессивных сред // Эксперт: теория и практика 2021. № 1 (10). С. 19–24. https://doi.org/10.51608/26867818_2021_1_19. EDN: QSBQUA.
31. Плюснин М.Г., Цыбакин С.В. Экспериментальное исследование изменчивости деформационных характеристик бетона при сжатии // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 10. С. 1390–1398. https://doi.org/10.22227/1997-0935.2020.10.1390-1398. EDN: TZXXMA.

REFERENCES

1. Rogonskii V.A., Kostrits A.P., Sheryakov V.F. *Operational Reliability of Buildings*. Leningrad: Stroyizdat, 1983. 280 p. (In Russ.).
2. Aktuganov I.Z. Methodology for Assessing the Influence of Climatic Temperature and Humidity Influences On the Durability of Concrete Building Structures. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo i arkhitektura = News from Universities. Construction and Architecture.* 1983;4:14-18. (In Russ.).
3. Gorchakov G.I., Guzeev E.A., Seilanov L.A. Cryogenic Destruction of Reinforced Concrete Structures. *Beton i zhelezobeton = Concrete and Reinforced Concrete.* 1985;1:40-42. (In Russ.).
4. Moskvin V.M., Kapkin B.M., Mazur B.M., Podval'nyi A.M. *Resistance of Concrete and Reinforced Concrete at Negative Temperatures.* Moscow: Stroyizdat, 1967. 131 p. (In Russ.).
5. Ivanov F.M. *Study of Frost Resistance of Concrete.* Corrosion Protection of Building Structures and Increased Durability. Moscow: Stroyizdat, 1969. P. 109-116. (In Russ.).
6. Collins A.R. The destruction of Concrete by Frost. *Journal of the Institute of Civil Engineering*. 1944. Vol. 23. Iss. 1. P. 29–41. https://doi.org/10.1680/ijoti.1944.14086.
7. Moskvin V.M., Kapkin M.M., Savitskii A.N., Yarmakovskii V.N. *Concrete for Construction in Harsh Climatic Conditions.* Leningrad: Stroyizdat, 1973. 172 p. (In Russ.).
8. Aktuganov I.Z., Pushkin A.A. *Experimental Verification of the Principle of Linear Summation of Concrete Damage Under the Action of Non-Stationary Alternating Cycles.* Questions of Reliability of Reinforced Concrete Structures. Kuibyshev: Kuibyshev Civil Engineering Institute named after. A.I. Mikoyan, 1982. P. 5-8. (In Russ.).
9. Vazhenin V.V. On The Issue of Frost Resistance of Concrete and Reinforced Concrete. Questions of Reliability of Reinforced Concrete Structures. Chelyabinsk, 1966. p.197-199. (In Russ.)
10. Gladkov V.S. *On The Destruction of Hydraulic Concrete During Repeated Freezing and Thawing in A Non-Stationary Mode.* Proceedings of Coordination Meetings on Hydraulic Engineering. Leningrad: Enegria, 1972. Vol. 73. P. 133-142. (In Russ.).
11. Pinus B.I., Pinus Zh.N., Khomyakova I.V. Change in Concrete Structural Properties Under Cooling and Freezing. Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University. 2015;2:111-115. (In Russ.). EDN: TKOKYR.
12. Yudin A.P., Tkachenko T.A. *Deformations and Resistance of Uniaxial Compressed Concrete Under Periodic T-W Environmental Influences.* Proceedings of The Rostov Civil Engineering Institute. Rostov-on-Don, 1976. Vol. 15. P. 16-25. (In Russ.).

13. Moskvin V.M., Kapkin B.M., Mazur B.M., Podval'nyi A.M. *Resistance of Concrete and Reinforced Concrete at Negative Temperatures*. Moscow: Stroyizdat, 1967. 131 p. (In Russ.).
14. Vlasov G.M., Bokarev S.A. Accounting for Changes in The Strength and Deformation Characteristics of Concrete After Alternating Freezing and Thawing. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo i arkhitektura = News from Universities. Construction and Architecture.* 1984;11:112-114. (In Russ.).
15. Bolotin V.V. *Application of Methods of Probability Theory and Reliability Theory in Calculations of the Reliability of Structures.* Moscow: Stroyizdat, 1971. 254 p. (In Russ.).
16. Rzhanitsyn A.R. *Theory of Calculation of Building Structures for Reliability*. Moscow: Stroyizdat, 1978. 239 p. (In Russ.).
17. Zaitsev Yu.V. *Modeling of Concrete Deformations and Strength Using Fracture Mechanics Methods*. Moscow: Stroyizdat, 1982. 196 p. (In Russ.).
18. Karpenko N.I. *General Models of Reinforced Concrete Mechanics*. Moscow: Stroyizdat, 1996. 412 p. (In Russ.).
19. Kubarev A.I., Arshakuni V.L., Aronov I.Z. *Reliability in Technology. Methods for Assessing Parametric Reliability Based On the Function of Measuring One Indicator*. Moscow: Standards Publishing House, 1979. 52 p. (In Russ.).
20. Lloid D.K., Lipov M.P. *Reliability. Organization. Study. Methods. Mathematical Apparatus.* Moscow: Soviet Radio, 1964. 686 p. (In Russ.).
21. Batyanovskiy E.I., Gurinenko N.S., Korsun A.M. Structure, Impermeability and Durability of Cement Concrete. *Nauka i tekhnika = Science and Technique*. 2022;21(1):19-27. (In Russ.). https://doi.org/10.21122/2227- 1031-2022-21-1-19-27. EDN: WLFFAP.
22. Malyuk V. V. Concrete Durability Concept for Predicting the Service Life of Structures Under Frost Conditions Influences. *Vestnik Inzhenernoi shkoly DVFU = FEFU: School of Engineering Bulletin.* 2020;4(45):105-115. (In Russ.). https://doi.org/10.24866/2227-6858/2020-4-11. EDN: WEOVQW.
23. Pinus B.I., Korneeva I.G., Kalashnikov M.P. Statistical Patterns of Changes in Internal Resistance Parameters of Cement Composites During Freezing and Thawing. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2022;12(2):206-213. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-2-206-213. EDN: HDMYUU.
24. Korsakov N.V., Korsakova T.I. Analysis of Durability of Steel-Fiber Concrete Structures Under Conditions of Sign-Variable Temperatures. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk = International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2023;6-3(81):122-126. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2500-1000-2023-6-3-122-126. EDN: IWWKWE.
25. Parfenov A.A., Sivakova O.A., Gusar' O.A., Balakireva V.V. Operation and Destruction of Concrete at High and Low Temperatures. *Stroitel'nye Materialy = Construction Materials*. 2019;3:64-67. (In Russ.). https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-64-66. EDN: ZIKFHV.
26. Nepomyashchy A.N., Vyrovoy V.N., Sukhanov V.G. Freezing Conditions Impact On the Freezing Resistance of Construction Composites. *Ekspert: teoriya i praktika = Expert: Theory and Practice*. 2020;4(7):41-46. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/2686-7818-2020-10034. EDN: MLXYLM.
27. Osipov S.N., Chik V.M. On Stochastic Approach to Evaluation of Service Life for Reinforced Concrete Constructional Elements and Structures During Concrete Carbonization. *Nauka i tekhnika = Science and Technique*. 2020;19(3):241-251. (In Russ.). https://doi.org/10.21122/2227-1031-2020-19-3-241-251. EDN: FIANOM.
28. Leonovich S.N., Shalyi E.E., Litvinovskiy D.A., Stepanova A.V. Durability of Concrete Under Combined Impact Environment and Mechanical Load: Analysis of Experimental Studies. *Nauka i tekhnika = Science and Technique*. 2022;21(4):269-280. (In Russ.). https://doi.org/10.21122/2227-1031-2022-21-4-269-280. EDN: LRLHXF.
29. Chernyshov E.M., Fedosov S.V., Rumyantseva V.E. Development of Methods for Predicting the Durability of Building Structures Based On the Development of the Theory and Models of Concrete Corrosion Taking into Account the Phenomena of Heat and Mass Transfer and The Formation of Gradient States. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo = Academia. Architecture and Construction.* 2023;1:89-100. (In Russ.). https://doi.org/10.22337/2077-9038-2023-1-89-100. EDN: LUOBRF.
30. Selyaev V.P., Selyaev P.V., Kechutkina E.L., Babushkina D.R., Gryaznov S.I. Modeling The Operation of Reinforced Concrete Structures Taking into Account the Combined Action of Mechanical Loads and Aggressive Media. *Ekspert: teoriya i praktika = Expert: Theory and Practice*. 2021;1(10):19-24. (In Russ.). https://doi.org/10.51608/26867818_2021_1_19. EDN: QSBQUA.
31. Plyusnin M.G., Tsybakin S.V. An Experimental Study On Variability of Deformation Characteristics of Concrete in Compression. Vestnik MGSU = Monthly Journal on Construction and Architecture. 2020;15(10):1390-1398. (In Russ.). https://doi.org/10.22227/1997-0935.2020.10.1390-1398. EDN: TZXXMA.

Информация об авторе

Пинус Борис Израилевич,
д.т.н., профессор,
профессор кафедры строительного производства,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉e-mail: pinus@istu.edu
https://orcid.org/0000-0002-3067-9478
Author ID: 52413

Information about the author

Boris I. Pinus,
Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Professor of the Department of Building Production,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: pinus@istu.edu
https://orcid.org/0000-0002-3067-9478
Author ID: 52413

Вклад автора

Автор провел исследование, подготовил рукопись к печати и несет ответственность за плагиат.

Contribution of the author

Autor has conducted the study, prepared the manuscript for publication and bears the responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Conflict interests

The author declare no conflict of interests regaring the publication of this article.

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

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 05.03.2024.
Одобрена после рецензирования 21.03.2024.
Принята к публикации 22.03.2024.

Information about the article

The article was submitted 05.03.2024.
Approved after reviewing 21.03.2024.
Accepted for publication 22.03.2024.

Научная статья
УДК 658.5:012
EDN: UEVQNI
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-348-355

Моделирование и методы оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур управления строительных компаний

Сират Джавед[1]✉
[1]Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Целью данного исследования является анализ моделей и методов оптимизации затрат, связанных с развитием кластеризованных организационных структур в строительных компаниях. Методы, используемые в исследовании, включают анализ существующих подходов, имитационное моделирование и анализ эконометрических уравнений. В результате проведенного анализа представлены различные подходы к оценке и оптимизации затрат, применяемые в строительной сфере. Особое внимание уделено разработке сложных моделей и их оптимизации в условиях неопределенности с использованием имитационного моделирования различных сценариев развития кластерных организационных структур строительных компаний. Данный анализ также включает оценку преимуществ и недостатков эконометрических полулинейных динамических уравнений и возможность их применения в контексте данного исследования. Обсуждение результатов подчеркивает важность интеграции различных методов оптимизации для достижения наилучших результатов в управлении строительными компаниями. Кроме того, выявлены потенциальные области для дальнейших исследований. Полученные результаты могут быть полезны для разработки стратегий развития и принятия инвестиционных решений в строительной отрасли. Выводы исследования подтверждают значимость применения современных методов оптимизации затрат для повышения эффективности управления строительными компаниями и их конкурентоспособности на рынке строительных услуг.

Ключевые слова: моделирование, оптимизация затрат, развитие кластеризации, организационные структуры, строительные компании

Для цитирования: Сират Джавед. Моделирование и методы оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур управления строительных компаний // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 348–355. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-348-355. EDN: UEVQNI.

Original article

Modeling and optimization of costs associated with the development of clustered organizational management structures in construction companies

Jawed Serat[1]✉
[1]Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia

Abstract. The article aims to examine models and methods of cost optimization associated with the development of clustered organizational structures in construction companies. The research methodology involved an analysis of existing approaches, simulation modeling, and econometric equation analysis. As a result, different approaches to cost estimation and optimization applied in the construction sphere are presented. Particular attention is paid to the development of complex models and their optimization under the conditions of uncertainty through simulation modeling of various scenarios of cluster organizational structures in construction companies. The analysis also includes an assessment of the advantages and disadvantages of econometric semi-linear dynamic equations and the feasibility of their application. The discussion section emphasizes the importance of integrating different optimization methods to achieve the most optimal outcome in the management of construction companies. Further research

directions are outlined. The results can be relevant when formulating development strategies and making investment decisions in the construction sphere. The research conclusions confirm the significance of applying modern cost optimization methods to improve the management efficiency of construction companies and their competitiveness in the market of construction services.

Keywords: modeling, cost optimization, clustering development, organizational structures, construction companies

For citation: Serat Jawed. Modeling and optimization of costs associated with the development of clustered organizational management structures in construction companies. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):348-355. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-348-355. EDN: UEVQNI.

ВВЕДЕНИЕ

Для обоснования долгосрочных планов и выбора наиболее эффективной стратегии развития на различных уровнях и этапах организационных структур строительных компаний необходимо провести всесторонний анализ затрат, связанных с реализацией различных стратегий в строительной отрасли.

С этой целью разрабатываются разнообразные системы, предназначенные для содействия в принятии решений. Одним из ключевых компонентов является модель интеллектуальной системы оценки затрат, предлагаемая для интеграции в процесс разработки кластеризованных организационных структур строительных компаний.

На рисунке представлены основные методы и модели оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур в строительных компаниях.

Основные методы оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур
The main methods of cost optimization for the development of clustered organizational structures

Эти методы и модели представляют собой мощные инструменты анализа и планирования, позволяющие строительным компаниям эффективно распределять ресурсы и минимизировать затраты при развитии и управлении своими организационными структурами.

Развитие кластеризованных организационных структур в строительстве играет важную роль в обеспечении эффективности деятельности компаний в данной отрасли.

Строительные проекты часто являются сложными и масштабными задачами,

требующими эффективного управления ресурсами, оптимизации затрат и контроля качества.

Моделирование и методы оптимизации затрат предоставляют строительным компаниям необходимые инструменты для анализа и управления этими процессами.

Разработка оптимальных стратегий на основе этих методов и моделей способствует повышению производительности, улучшению качества строительных работ и увеличению конкурентоспособности строительных компаний. Это позволяет компаниям эффективно использовать свои ресурсы, достигать поставленных целей и успешно реализовывать строительные проекты.

МЕТОДЫ

В современной строительной индустрии моделирование и методы оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур строительных компаний играют ключевую роль в обеспечении устойчивого развития отрасли. С 2001 г. комплексное устойчивое развитие городов в Афганистане стало одним из приоритетных направлений западской региональной политики [1]. В рамках этой политики активно развиваются новые технические и организационные системы – кластеры, которые являются важным фактором модернизации локаций в строительной сфере. Кластеризация стала определяющей тенденцией в модернизации экономических и экологических аспектов строительных локаций [2].

Важную роль в формировании и развитии кластеризованных организационных структур играют способности систем к самоорганизации, эмерджентности и синергии.

Однако воздействие стохастических факторов и множественные сценарии развития делают процесс оптимизации затрат на развитие организационных структур строительных компаний сложным и многогранным. В связи с этим становится актуальной задача разработки надежных моделей и методов для оценки ожидаемой экономической эффективности и последствий эксплуатации кластеризованных организационных структур в строительстве Афганистана.

Необходимо создать системы поддержки принятия решений, способные обеспечить эффективное управление развитием кластерных организационных структур на различных этапах их жизненного цикла в условиях неопределенности и нечеткости [3–5].

Важным направлением исследования является разработка современных методов управления системами, основанных на прогнозировании последствий различных вероятностных процессов. Такие методы помогут эффективно управлять развитием кластеризованных организационных структур в строительной отрасли Афганистана, учитывая неопределенность и риски внешней и внутренней среды. В целом, развитие интеллектуальных систем с нечеткой логикой, способных решать многокритериальные задачи в условиях неоднозначности, является неотъемлемой частью современного подхода к управлению развитием кластеризованных организационных структур в строительстве Афганистана. Для прогнозирования будущих показателей, отражающих экономическую эффективность работы системы, применяются разнообразные методы сбора и анализа данных [6, 7]. Особенно эффективным подходом является использование метода, основанного на разработке математической модели процесса, происходящего в реальной системе через временные ряды, для достижения наилучшей точности и предсказательной способности моделирования. Этот процесс включает в себя анализ текущего состояния организационных структур строительных компаний, оценку затрат на их развитие и применение различных методов для оптимизации этих затрат с целью улучшения эффективности деятельности предприятий в сфере строительства [8].

Ключевым этапом является анализ различных моделей, используемых для оценки затрат на развитие организационных структур, включая методы оптимизации затрат, стоимостной оценки инвестиций и анализ факторов, влияющих на затраты. Важным этапом является моделирование процесса развития организационных структур строительных компаний, что позволяет предсказать возможные изменения в структурах и оценить их влияние на затраты предприятий. Наконец, оптимизация затрат на развитие организационных структур включает в себя применение различных методов и стратегий для сокращения затрат на строительство и повышения эффективности использования ресурсов строительных компаний, таких как пересмотр строительно-производственных процессов, внедрение современных технологий и автоматизация рабочих процессов [9–11]. Анализ моделирования и оптимизации затрат на развитие организационных структур строительных компаний играет важную роль в укреплении их конкурентоспособности и устойчивости на рынке строительства.

Применение методов, основанных на разработке математических моделей процессов через временные ряды, позволяет достичь высокой точности предсказательной способности моделирования. Они играют ключевую роль в повышении эффективности управления деятельностью строительных компаний, обес-

печивая надежные прогнозы и оптимизацию затрат. Важным инструментом в этом процессе является использование инновационных подходов, что способствует улучшению точности предсказательной способности моделей, а также позволяет принимать более обоснованные управленческие решения [12].

Подходы к разработке сложных систем и анализу их временных рядов показывают, что в течение продолжительного времени статистический анализ временных рядов в значительной степени опирался на однофакторные линейные модели, такие как модели авторегрессии-скользящего среднего, что представлено в формуле 1.

$$Y_t = c_0 + \sum_{i=1}^{p} c_i \; y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} d_i \, e_{t-1} + e_t \qquad (1)$$

где y_t – характер наблюдаемого результата для определенной величины, p – порядок авторегрессии, k – порядок скользящего среднего, c_0, c_i, d_i – параметры модели, t – временные интервалы, e_t – случайная ошибка.

Многофакторные модели применяются для анализа связи между целевыми показателями и переменными, которые представляют собой различные временные ряды.

$$Y_t = c_0 + \sum_{q=1} \sum_{i=1}^{p(q)} c_i^{(q)} \; y_t - r_i \; + e_t \qquad (2)$$

где q – порядковый номер временного ряда.

В настоящее время моделирование и оптимизация затрат на развитие кластеризованных организационных структур в строительной индустрии привлекают значительное внимание исследователей. Однако, несмотря на то, что простые линейные модели демонстрируют некоторую прогностическую способность при использовании стандартных методов численного анализа, их применимость становится ограниченной в условиях нелинейных процессов [13, 14].

Это обстоятельство стимулировало разработку новых методов анализа временных рядов, которые способны учитывать нелинейные динамики, характерные для реальных систем в строительной индустрии. Одним из таких методов являются модели с ярлыками (Label), представляющие собой комбинацию линейных моделей с коэффициентами, изменяющимися во времени. Кроме того, развитие моделей кластеризованных организационных структур строительных компаний открывает новые перспективы для моделирования нелинейных факторов в строительных процессах [15]. В системе поддержки принятия решений для оптимизации затрат на развитие кластерной организационной структуры строительных компаний рекомендуется включить в параметры рентабельность эксплуатации в указанный период в качестве целевой функции для строительных операций [22].

$$K = \frac{g(t+\Delta t)}{C} \qquad (3)$$

где K – рентабельности, g – прибыль за определенный период времени (t+Δt), c – соответствующие затраты.

Использование моделей представляет собой расширение традиционных подходов к анализу временных рядов, что открывает новые возможности для моделирования как линейных, так и хаотических явлений. Этот метод подробно рассматривается в различных исследованиях.

$$Y_t = f(y_{t-1}, y_{t-1}, y_{t-p}) + e_t \qquad (4)$$

Многоуровневая нейронная сеть может быть модифицирована для обработки непрерывных нелинейных функций, что открывает возможности применения ее в моделировании строительно-производственных процессов и операций строительных компаний [16].

Вместо простого отображения поверхности, сформированной данными с одной гиперплоскостью, несколькими гиперплоскостями (Label) в фазовом пространстве, нейронная сеть способна осуществлять случайное нелинейное отображение [17].

При наличии значительного количества стохастических динамических факторов возникают сложности и препятствия [18]. В таких ситуациях необходимо применять исключительно эвристический подход. Индекс рентабельности позволяет оценить прогнозируемую экономическую эффективность функционирования организационных структур строительных компаний, объединенных в кластеры, что соответствует всем требованиям критериев оптимизации. Оптимальным решением будет выбор наибольшего значения целевой функции из альтернативных вариантов при условии минимизации затрат и соблюдении других ограничений.

$$C_{ij\,(t)} = \sum_{i=1}^{p} \alpha_{jp} \; x_{jp}(y_{mn,\;\; t-1}, e) \qquad (5)$$

где C_{ij} – основной показатель, x_{ij} – функция, описывающая воздействие фактора k на основные показатели, y_{mn} – влияющий фактор, α_{jp} – параметры модельной системы, t – время.

Идентификация параметров модели осуществляется путем проверки уравнений (5) с переменными, отражающими работу и зависимость затрат каждого вида операций структурных подразделений кластеризованных организационных структур от факторов воздействия.

На следующем этапе моделирования происходит корректировка параметров модели и проведение корреляционно-регрессионного анализа для определения степени влияния входных переменных модели на конечный показатель эффективности кластеризованных организационных структур строительных компаний, исключая при этом влияние, связанное с корреляцией. В реальных сложных системах, таких как кластеризованные организационные структуры, часто отмечается отсутствие условия независимости, что представляет собой одно из препятствий на пути создания соответствующих математических моделей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты факторного анализа переменных моделей позволяют более глубоко понять влияние различных факторов на управление организационно-технологическими решениями и сроками строительства.

Рассмотрим конкретные результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Результаты факторного анализа переменных моделей
Table 1. Results of factor analysis of variable models

Основные показатели	Внутренние факторы	Внешние факторы
Организационно-технологические стратегии	0,867	0,167
Децентрализация процесса принятия решений в строительстве	0,848	0,141
Увеличение надежности организационно-технологических процессов	0,761	0,318
Взаимодействие с производственным циклом	0,106	0,712
Повышение качества выпускаемой строительной продукции	0,184	0,687
Учет конструктивного и строительно-производственного характера	0,386	0,486
Разработка архитектурно-планировочных решений	0,215	0,651
Оценка влияния инфраструктуры региона и значимости инноваций в строительстве	0,436	0,263

Факторы включают в себя все переменные, связанные с децентрализацией принятия решений, архитектурным планированием, конструктивными и строительно-производственными процессами. Большое внимание уделяется значению, связанному с ускорением выполнения работ в строительстве, что свидетельствует о влиянии данных факторов на эффективность управления организационными структурами строительных компаний.

Таблица 2. Группировка строительных компаний по кластерам
Table 2. Grouping of construction companies by clusters

Группы компаний	Участники	Внутренние факторы	Внешние факторы	Основные организационные структуры		
				Простые	Классические	Новые
1	15	1,12	-0,11	37 %	19 %	21 %
2	11	1,04	1,00	11 %	41 %	25 %
3	7	-0,67	-0,75	18 %	61 %	5 %
4	5	0,26	0,13	12 %	36 %	39 %

На основе проведенного моделирования были выявлены следующие результаты (табл. 2):

– при оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур строительных компаний оправдано увеличение нормативной продолжительности на 10–15 %, что способствует более эффективному использованию ресурсов и снижению затрат;

– сокращение сроков строительства требует увеличения затрат на общую технологию – часто не компенсируется уменьшением срока работы техники и рабочих на объекте. Таким образом, руководству строительных компаний следует внимательно оценивать затраты при принятии решений о сокращении сроков проектов. Сокращение сроков строительства в 1,5–2 раза приводит к стабилизации объема затрат на развитие кластеризованных организационных структур строительных компаний. Для обоснования таких действий необходимо учитывать дополнительные экономические эффекты, такие как приведенные дисконтированные доходы.

Резервы управления в области оптимизации затрат кластеризованных организационных структур строительных компаний остаются значительными во многих строительных

компаниях. Поэтому, для руководства важно регулярно проводить ревизию существующей структуры, чтобы убедиться в ее соответствии текущим целям и способности эффективно реагировать на изменения.

Этот процесс может быть разделен на несколько этапов, включая выявление реальной структуры, ее анализ по соответствию стратегии и производственными процессами, а также оценку личностного аспекта проблемы, так как успешная реализация структурных изменений часто зависит от поддержки ключевых сотрудников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведенного исследования полученные выводы могут быть следующими:

1. Моделирование позволяет точно определить, какие ресурсы требуются на каждом этапе строительного проекта и как они могут быть распределены между различными подразделениями и проектами. Это поможет предотвратить избыточные затраты и максимизировать эффективность использования ресурсов, способствуя повышению прибыльности компании в строительной отрасли.

2. Анализ данных и оптимизация процессов управления позволяют создать более эффективные методы управления строительными проектами. Он включает в себя оптимизацию графиков выполнения работ, сокращение времени цикла проекта и улучшение координации между различными отделами и исполнителями. Более эффективное управление проектами способствует снижению издержек и повышению качества работ.

3. Моделирование позволяет проводить анализ различных стратегических сценариев и прогнозировать их последствия для строительной компании. Это помогает руководству принимать обоснованные решения о будущих инвестициях и развитии компании на основе количественных данных, улучшая ее конкурентоспособность и устойчивость на рынке строительства.

4. Моделирование позволяет идентифицировать потенциальные проблемы и риски на ранних стадиях их возникновения в строительстве. Это дает возможность компании принимать меры по их предотвращению или смягчению, что помогает снизить затраты на управление рисками и избежать дополнительных затрат, связанных с возможными непредвиденными ситуациями. Исследование подтвердило, что применение соответствующих моделей и методов оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур строительных компаний способствует сокращению издержек, повышению эффективности строительно-производственных процессов и конкурентоспособности компаний в сфере строительства.

Полученные автором результаты в данном исследовании могут быть использованы для разработки стратегий управления затратами, планирования инвестиций и повышения уровня управления в строительных компаниях, способствуя их финансовой стабильности и успеху в строительной отрасли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мишин А.Б., Восковых К.А. Современные тенденции цифровизации в строительной сфере // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. № 11. С. 284–290. https://doi.org/10.33619/2414-2948/72/35. EDN: FGNXXL.
2. Антонюк Я.С. Оценка экономической эффективности вариантов конструктивных решений в строительстве // Вестник Брестского государственного технического университета. Строительство и архитектура. 2010. № 1 (61). С. 142–145. EDN: XUEBHF.
3. Полянин А.В., Проняева Л.И., Федотенкова О.А. Формирование системы стратегического учета в кластерах // Управленческий учет. 2019. № 1. С. 12–22. EDN: EFPUGU.
4. Голубова О.С., Костюкова С.Н. Методологические основы оценки эффективности деятельности строительной организации. Минск: Белорусский национальный технический университет, 2019. 226 с. EDN: KEGWOL.
5. Xiaoxia Huang Optimal Project Selection with Random Fuzzy Parameters // International Journal of Production Economics. 2007. Vol. 106. Iss. 2. P. 513–522. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.06.011.
6. Байрамуков С.Х., Долаева З.Н., Карабышев Р.К., Текеев И.С. Оптимизация проекта организации строительства с учетом факторов энергопотребления // Известия Северо-Кавказской государственной гуманитарно-технологической академии. 2018. № 3 (17). С. 19–26. EDN: YSBDBJ.
7. Krichevsky M.L., Martynova J.A., Dmitrieva S.B. Use of Neural Networks to Assess Competitiveness of Organizations // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies (EMMFT 2019). 2020. Vol. 1259. P. 72–82. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57453-6_8.
8. Ramsundar B., Zadeh R. Tensor Flow for Deep Learning. Sebastopol: O'Reilly Media, 2018. 256 p.

9. Величкин В.З., Петроченко М.В., Стрелец К.И., Заводнова Е.Б., Городишенина А.Ю. Метод ветвей и границ при организации квартальной застройки // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. № 1. С. 91–104. https://doi.org/10.22227/1997-0935.2021.1.91-104. EDN: CSVXUV.
10. Petrochenko M.V., Velichkin V.Z., Kazakov Y.N., Zavodnova Y.B. Reliability Assessment of the Construction Schedule by The Critical Chain Method // Magazine of Civil Engineering. 2018. Iss. 5 (81). P. 25–31. https://doi.org/10.18720/MCE.81.3.
11. Афанасьев В.А. Поточная организация строительства. Ленинград: Стройиздат, 1990. 302 с.
12. Сокольников В.В. Моделирование организационно-технологической надежности строительства // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 4 (69). С. 92–97. https://doi.org/10.23968/1999-5571-2018-15-4-92-97. EDN: YLHKRN.
13. Ануфриев Д.П. Региональный строительный кластер Астраханской области // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 1. С. 99–106. https://doi.org/10.22227/1997-0935.2017.1.99-106. EDN: XRJBXV.
14. Идигова Л.М., Хаджиева М.М., Киндарова Я.А., Умциева Х.М. Формирование строительных кластеров в Чеченской Республике // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2019. № 3 (171). С. 5–14. https://doi.org/10.33285/1999-6942-2019-3(171)-5-14. EDN: YZQWZV.
15. Кулакова Л.И., Полянин А.В., Павлова А.В. Формы объединения малого предпринимательства: кластерный подход // Регион: системы, экономика, управление. 2021. № 3 (54). С. 9–21. https://doi.org/10.22394/1997-4469-2021-54-3-9-21. EDN: LMFVQC.
16. Проняева Л.И., Полянин А.В., Федотенкова О.А., Павлова А.В. Формирование профиля инновационного промышленного кластера // Региональная экономика: теория и практика. 2020. Т. 18. № 1. С. 48–66. https://doi.org/10.24891/re.18.1.48. EDN: JSLRPE.
17. Устина Н.А., Карлина А.А. Типологизация строительных кластеров как методологический инструмент для разработки кластерной политики в регионе // Вестник Самарского муниципального института управления. 2019. № 3. С. 57–66. EDN: EDCDAL.
18. Абдурахманов А.В. Создание экономических кластеров как метод развития строительного производства // Транспортное дело России. 2017. № 3. С. 41–44. EDN: ZDGPQT.

REFERENCES

1. Mishin A.B., Voskovykh K.A. Modern Digitalization Trends in The Construction Sphere. *Byulleten' nauki i praktiki = Bulletin of Science and Practice.* 2021;7(11):284-290. (In Russ.). https://doi.org/10.33619/2414-2948/72/35. EDN: FGNXXL.
2. Antoniuk Y.S. Economic Efficiency Estimation of Constructive Decision Variants in Building. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura = Vestnik of Brest State Technical University.* 2010;1(61):142-145. (In Russ.). EDN: XUEBHF.
3. Polyanin A.V., Pronyaeva L.I., Fedotenkova O.A. Formation of A System of Strategic Accounting in Clusters. Upravlencheskii uchet = Management Accounting. 2019;1:12-22. (In Russ.). EDN: EFPUGU.
4. Golubova O.S., Kostyukova S.N. *Methodological Basis for Assessing the Effectiveness of a Construction Organization.* Minsk: Belarusian National Technical University, 2019. 226 p. (In Russ.). EDN: KEGWOL.
5. Xiaoxia Huang Optimal Project Selection with Random Fuzzy Parameters. *International Journal of Production Economics.* 2007;106(2):513-522. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.06.011.
6. Bayramukov S.H., Dolaeva Z.N., Karabashev R.K., Tekeev I.S. Optimization of The Project of the Organization of Construction Taking into Account the Factors of Energy Consumption. *Izvestiya Severo-Kavkazskoi gosudarstvennoi gumanitarno-tekhnologicheskoi akademii = News of the North Caucasus State Humanitarian and Technological Academy.* 2018;3(17):19-26. (In Russ.). EDN: YSBDBJ.
7. Krichevsky M.L., Martynova J.A., Dmitrieva S.B. Use of Neural Networks to Assess Competitiveness of Organizations. *International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies (EMMFT 2019).* 2020;1259:72-82. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57453-6_8.
8. Ramsundar B., Zadeh R. *Tensor Flow for Deep Learning.* Sebastopol: O'Reilly Media, 2018. 256 p.
9. Velichkin V.Z., Petrochenko M.V., Strelets K.I., Zavodnova E.B., Gorodishenina A.Yu. The Branch and Bound Method Applied to The Construction of Residential Quarters. *Vestnik MGSU = Monthly Journal on Construction and Architecture.* 2021;16(1):91-104. (In Russ.). https://doi.org/10.22227/1997-0935.2021.1.91-104. EDN: CSVXUV.
10. Petrochenko M.V., Velichkin V.Z., Kazakov Y.N., Zavodnova Y.B. Reliability Assessment of the Construction Schedule by The Critical Chain Method // Magazine of Civil Engineering. 2018;5(81):25-31. https://doi.org/10.18720/MCE.81.3.
11. Afanas'ev V.A. *Flow Organization of Construction*. Leningrad: Stroyizdat, 1990. 302 p. (In Russ.).
12. Sokolnikov V.V. Modeling of Organizational and Technological Reliability of Construction. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov = Bulletin of Civil Engineers.* 2018;4(69):92-97. (In Russ.). https://doi.org/10.23968/1999-5571-2018-15-4-92-97. EDN: YLHKRN.

13. Anufriev D.P. Regional Construction Cluster of the Astrakhan Region. *Vestnik MGSU = Monthly Journal on Construction and Architecture.* 2017;12(1):99-106. (In Russ.). https://doi.org/10.22227/1997-0935.2017.1.99-106. EDN: XRJBXV.
14. Idigova L.M., Khadzhieva M.M., Kindarova Ya.A., Umtsieva Kh.M. Formation of Construction Clusters in The Chechen Republic. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom = Problems of Economics and Management of Oil and Gas Complex*. 2019;3(171):5-14. (In Russ.). https://doi.org/10.33285/1999-6942-2019-3(171)-5-14. EDN: YZQWZV.
15. Kulakova L.I., Polyanin A.V., Pavlova A.V. Forms of Association of Small Businesses: A Cluster Approach. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie = Region: Systems, Economy, Management.* 2021;3(54):9-21. (In Russ.). https://doi.org/10.22394/1997-4469-2021-54-3-9-21. EDN: LMFVQC.
16. Pronyaeva L.I., Polyanin A.V., Fedotenkova O.A., Pavlova A.V. Shaping an Innovative Industrial Cluster. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice.* 2020;18(1):48-66. (In Russ.). https://doi.org/10.24891/re.18.1.48. EDN: JSLRPE.
17. Ustina N.A., Karlina A.A. Classification of Construction Clusters as A Methodological Tool for The Development of Cluster Policy in The Region. *Vestnik Samarskogo munitsipal'nogo instituta upravleniya = Bulletin of the Samara Municipal Institute of Management.* 2019;3:57-66. (In Russ.). EDN: EDCDAL.
18. Abdurakhmanov A.V. Creation of Economic Clusters as A Method of Development of Construction Production. *Transportnoe delo Rossii = Transport Business in Russia*. 2017;3:41-44. (In Russ.). EDN: ZDGPQT.

Информация об авторе

Сират Джавед,
аспирант,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
2-я Красноармейская ул., 4, Санкт-Петербург, 190005, Россия,
✉e-mail: jawed.serat@yandex.ru
https://orcid.org/0009-0002-1386-6033
Author ID: 1173656

Information about the author

Jawed Serat,
Postgraduate Student,
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
4, 2nd Krasnoarmeyskaya St., Saint Petersburg 190005, Russia,
✉e-mail: jawed.serat@yandex.ru
https://orcid.org/0009-0002-1386-6033
Author ID: 1173656

Вклад автора

Автор провел исследование, подготовил рукопись к печати и несет ответственность за плагиат.

Contribution of the author

Autor has conducted the study, prepared the manuscript for publication and bears the re-sponsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Conflict of interests

The author declare no conflict of interests regaring the publication of this article.

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

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 05.02.2024.
Одобрена после рецензирования 16.02.2024.
Принята к публикации 20.02.2024.

Information about the article

The article was submitted 05.02.2024.
Approved after reviewing 16.02.2024.
Accepted for publication 20.02.2024.

Научная статья
УДК 69
EDN: SJHHKT
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-356-366

Цифровизация строительной отрасли: перспективы и вызовы

А.В. Степанов[1]✉, М.В. Матвеева[2], Е.С. Пешкова[3]
[1,2,3]Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Цифровизация строительной отрасли в Российской Федерации становится ключевым фактором для обеспечения качественного устойчивого развития и повышения конкурентоспособности отрасли на мировом рынке. В статье исследуется динамика и перспективы цифровой трансформации строительной отрасли в Российской Федерации. Анализируется возникновение цифровизации, как инструмента глобального инновационного процесса, и ее влияние на развитие современного общества. Фокус внимания сосредоточен на текущем состоянии применения цифровых технологий в строительстве, выявляются ключевые тренды и тенденции. Освещаются факторы, способствующие и затрудняющие процесс цифровизации, включая технологические, экономические и организационные аспекты. Анализируется значение создания цифровой вертикали строительной отрасли, как основы для подобных проектов в других сферах жизни человека. Рассматривается вклад крупных и малых застройщиков в развитие цифровых решений, а также взаимодействие между государственными органами и частным сектором в этом направлении. Особое внимание уделяется решению текущих вызовов, которые стоят перед отраслью в контексте внедрения в нее цифровых технологий. В заключении статьи подчеркивается значение цифровизации для укрепления конкурентоспособности российской строительной отрасли на глобальном рынке и необходимость стратегического подхода к ее реализации.

Ключевые слова: цифровизация, строительство, цифровые технологии, информационная система, цифровая вертикаль

Для цитирования: Степанов А.В., Матвеева М.В., Пешкова Е.С. Цифровизация строительной отрасли: перспективы и вызовы // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 356–366. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-356-366. EDN: SJHHKT.

Original article

Digitalization of the construction industry: prospects and challenges

Anton V. Stepanov[1]✉, Maria V. Matveeva[2], Elena S. Peshkova[3]
[1,2,3]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The digitalization of the construction industry in the Russian Federation becomes a key factor in achieving sustainable development and increasing the competitiveness of the industry in the global market. The article investigates the dynamics and prospects of digital transformation of the construction industry in the Russian Federation. The authors examine the appearance of digitalization as an instrument of global innovative processes, as well as its impact on the development of modern society. Particular attention is paid to the current state of applying digital technologies in the construction industry, with a focus on identifying the key trends. The factors that facilitate or hinder the digitalization process are outlined, including technological, economic, and organizational aspects. The importance of creating a digital dimension of the construction industry as a basis for similar projects in other spheres of human life is noted. The contribution of large and small real estate developers to digital solutions, as well as the interaction between public authorities and the private sector in this regard, is considered. Particular emphasis is placed on addressing the current challenges facing the industry in the digitalization context. In

conclusion, the importance of digitalization in strengthening the competitiveness of the Russian construction industry in the global market and the need for a strategic approach to its implementation is highlighted.

Keywords: digitalization, construction, digital technologies, information system, digital vertical

For citation: Stepanov A.V., Matveeva M.V., Peshkova E.S. Digitalization of the construction industry: prospects and challenges. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2024;14(2):356-366. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-356-366. EDN: SJHHKT.

ВВЕДЕНИЕ

В начале XXI века человечество столкнулось с рядом вызовов и возможностей, которые определяют общий курс развития на планете. Эти вызовы, известные как мегатренды, представляют собой глобальные тенденции, влияющие на социальные, экономические, политические и экологические аспекты жизни человечества.

Первый мегатренд – глобализация, при которой глобальные сети связи и информационные технологии сократили расстояния между странами, открыли новые возможности для торговли, обмена знаниями и культурного взаимодействия.

Другими значимыми тенденциями, формирующими современный мировой порядок, являются проблемы, связанные с изменением климата, процессы старения населения, миграция, урбанизация, развитие искусственного интеллекта и др.

Второй – цифровизация, процесс интеграции цифровых технологий в различные аспекты жизни общества и экономики. В мире, где цифровые технологии проникают во все сферы деятельности, от экономики и образования до здравоохранения и сферы развлечений, понимание и адаптация к этому процессу становятся критически важными [1].

С точки зрения социальных процессов, цифровизация представляет собой текущую фазу информационной революции, которая началась в середине XX в. Этот этап характеризуется быстрым ростом цифровых данных и их постепенным внедрением для управления экономикой и другими аспектами жизни людей.

Сегодня она является ключевым инструментом глобального инновационного процесса. Почти каждое серьезное технологическое достижение связано с обработкой данных на вычислительных машинах.

Эта обработка невозможна без научного мышления, так как она преобразует информацию в знание, которое может быть использовано для создания полезных продуктов и услуг для людей.

С каждым годом человечество все быстрее осваивает новые технологии. Если до 1990-х гг. для того, чтобы освоить новое устройство, требовалось не менее десяти лет, то с появлением интернета этот процесс сократился до семи лет [2].

Цифровые технологии воздействуют на общество и экономику через несколько ключевых аспектов. Они стимулируют инновации, повышают производительность труда и способствуют развитию новых отраслей экономики, таких как цифровая торговля, финтех и e-commerce, приводят к изменению традиционных бизнес-моделей, открывая новые возможности для цифровых платформ, онлайн-сервисов и цифровых продуктов, упрощают доступ к информации, здравоохранению и образованию, делают жизнь людей более удобной и комфортной, трансформируют требования к навыкам и компетенциям рабочей силы [3].

Большое влияние цифровизация оказывает на развитие строительной отрасли, преобразуя традиционные методы проектирования, строительства и управления проектами. В последнее время строительные компании по всему миру все чаще задействуют цифровые технологии для улучшения эффективности и качества своих проектов [4].

МЕТОДЫ

За последние несколько десятилетий строительство как вид экономической деятельности стало ключевым элементом, способствующим модернизации различных аспектов общественной жизни в Российской Федерации.

Данная отрасль не только создает основу для других видов экономической деятельности, но и активно участвует в развитии жилищно-коммунального хозяйства, улучшении транспортной инфраструктуры, реорганизации производственных территорий и решении множества задач в сфере экологии и социального развития.

Кроме того, строительство обеспечивает занятость и доход значительной части населения страны. В 2024 г. в отрасли заняты 11,5

млн человек, то есть примерно 16 % от всей рабочей силы в стране[1].

Цифровизация строительства означает перевод всех его процессов в цифровой формат и использование современных технологий для улучшения эффективности и качества производимых работ[2]. Они позволяют решить одну из главных проблем строительной отрасли, связанную с неэффективным использованием ресурсов [5].

Цифровые технологии также применяются на этапе строительства объектов. Использование дронов для мониторинга стройплощадок позволяет контролировать прогресс работ и обнаруживать потенциальные проблемы или задержки.

Автоматизация процессов с помощью роботизированных систем и 3D-печати позволяет ускорить строительство и снизить риск ошибок. После завершения строительства цифровизация также играет важную роль в управлении объектами и в их обслуживании.

Использование систем «умного дома» позволяет оптимизировать управление энергопотреблением, обеспечивать безопасность и комфорт для жителей и пользователей. Аналитика данных позволяет предсказывать потребности в обслуживании и предотвращать возможные поломки или аварии.

Многие строительные организации стремятся внедрять в работу сервисы автоматизации, чтобы получить конкурентные преимущества и оптимизировать свои бизнес-процессы. При этом Правительство Российской Федерации активно поддерживает данный процесс в строительной отрасли.

Главной целью внедрения цифровых технологий в строительной отрасли является – повышение конкурентоспособности и эффективности [6].

Для обеспечения взаимодействия всех участников строительной отрасли в России на единых форматах и требованиях разрабатывается единая информационная среда, известная как цифровая вертикаль строительной отрасли.

Целью этого проекта является согласование процессов и интеграция информационных систем всех участников сферы, автоматизация и ускорение процессов, оптимизация затрат и устранение ошибок на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства [7]. Цифровая вертикаль строительной отрасли может стать основой для создания подобных проектов в других областях, таких как образование и медицина. Подобные системы позволят упростить повседневную жизнь обычных граждан, но самое главное, сформировать информационную структуру внутри государства, где различные министерства смогут взаимодействовать друг с другом, а информация будет максимально актуальной и открытой по соответствующему запросу.

Информационные системы позволяют вести учет объектов строительства, обмениваться информацией между участниками и органами власти, а также рассматривать, согласовывать и подписывать соответствующие документы [8].

На сегодняшний день в состав цифровой вертикали входят:

1. Государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности (ГИСОГД)[3] – цифровая база данных, которая содержит сведения, документы и материалы о развитии территорий, процессе застройки, существующих и планируемых объектах капитального строительства и прочие важные сведения, необходимые для осуществления градостроительной деятельности. Система предназначена для регулирования территориального развития.

Она отображает модель региона, обеспечивает принятие управленческих решений на основе новейших данных с минимальными затратами и исключением ошибок, служит основой формирования цифрового пространственного двойника, позволяет определить градостроительный потенциал территории и готовность к реализации объектов на основе особенностей и социально-экономических потребностей региона.

2. Информационная система управления проектами (ИСУП)[4] – это управляемая система, предназначенная для заказчиков и застройщиков.

---

[1]На выставке «Россия» озвучили планы развития строительной отрасли // Ежедневная деловая газета РБК. 2024. Режим доступа: https://www.rbc.ru/industries/news/65af7d329a7947291c6bcb20 (дата обращения: 14.04.2024).

[2]Цифровизация строительства: что станет обязательным в ближайшее время // Первый Бит. 2021. Режим доступа: https://www.1cbit.ru/blog/tsifrovizatsiya-stroitelstva-chto-stanet-obyazatelnym-v-blizhayshee-vremya/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F (дата обращения: 14.04.2024).

[3]Государственная информационная система для обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации // Официальный сайт ГИСОГД РФ. 2024. Режим доступа: https://gisogd.gov.ru/ (дата обращения: 13.04.2024).

[4]Информационная система управления проектами // ФАУ «РОСКАПСТРОЙ» Минстрой России. 2024. Режим доступа: https://roskapstroy.ru/proekty/informatsionnaya-sistema-upravleniya-proektami/ (дата обращения: 11.04.2024).

Платформа обеспечивает контроль и внедрение программ в области государственного заказа, проектирования и строительства объектов.

Система служит единым сервисом для хранения, анализа и обработки информации о всех объектах строительства для всех участников процесса.

3. Единая цифровая платформа государственной экспертизы (ЕЦПЭ)[5] – платформа для проведения всех этапов государственной экспертизы, начиная с подачи документов от проектной организации до получения экспертного заключения. В рамках платформы обеспечивается хранение документации, проверка ее комплектности, подготовка комментариев и заключения, взаимодействие заявителя и экспертной организации, осуществляется официальная переписка по экспертизе, обработка замечаний, подписание документов, а также передача заключений и архивация документации на хранение. В рамках вертикали вся разработанная проектная документация поступает из ИСУП в ЕЦПЭ. После серии тщательных проверок результаты экспертизы проектной документации и инженерных изысканий передаются обратно в ИСУП.

4. Информационная система государственного строительного надзора[6] – система обеспечивает обмен информацией и документацией в процессе осуществления строительного контроля со стороны государственных органов. Является важной структурой для проверки документации с ГИСОГД и информационных систем проектных/подрядных организаций.

5. Информационная система проектной/подрядной организации используется в сфере проектной и подрядной деятельности. В отличие от ИСУП, которая охватывает логистику, учет и контроль строительных работ для всех участников строительства, ИС проектной/подрядной организации содержит набор модулей, специализированных на подготовке, передаче и учете проектной и рабочей документации, а также информацию о строительных работах по объектам капитального строительства. Она устанавливает взаимодействие между ИСУП и информационными системами эксплуатирующих организаций в целях обмена документацией и информацией об объектах строительства.

6. Информационная система эксплуатирующей организации обеспечивает непрерывную эксплуатацию недвижимости и производственных объектов с использованием информационного моделирования. Она позволяет создать цифровой двойник объекта с полной информацией о его инженерных коммуникациях, системах, оборудовании, персонале и данных по эксплуатации.

Информация о проекте капитального строительства передается в информационную систему эксплуатирующей организации из информационной системы проектной/подрядной организации. Цифровая вертикаль в строительной отрасли позволяет улучшить качество принимаемых управленческих решений при проектировании и строительстве различных объектов жилья, социальной и инженерной инфраструктуры на краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе. Она также позволяет использовать аналитические данные для прогнозирования социально-экономического развития региона и комплексного планирования ресурсов не только для строительства, но и для других нужд.

Другие выгоды включают улучшение качества проектирования, организацию взаимодействия между всеми участниками строительного процесса и создание инфраструктуры для мониторинга и анализа жизненного цикла объектов с целью эффективного использования ресурсов.

Подобное внедрение цифровых технологий в строительную сферу невозможно без совершенствования текущей законодательной базы. В рамках процесса цифровизации появляются нормативные акты, касающиеся электронного документооборота в строительстве, использования информационного моделирования и создания государственных информационных систем [9].

На сегодняшний день Градостроительный кодекс Российской Федерации[7] занимает верхнюю ступень иерархии нормативно-правовых актов в области строительства.

---

[5]Единая цифровая платформа экспертизы включена в реестр программного обеспечения // Минстрой России. 2022. Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/press/edinaya-tsifrovaya-platforma-ekspertizy-vklyuchena-v-reestr-programmnogo-obespecheniya/ (дата обращения: 11.04.2024).

[6]«О направлении доработанных общих требований на основе лучших региональных практик по составу и содержанию типовых методических рекомендаций по организации электронного документооборота технической документации в области строительства в субъекте Российской Федерации»: Письмо Минстроя России от 06.07.2023 N 39972-ИЯ/14 // СПС «КонсультантПлюс». 2023. Режим доступа: https://rulaws.ru/acts/Pismo-Minstroya-Rossii-ot-06.07.2023-N-39972-IYa_14/ (дата обращения: 11.04.2024).

[7]Градостроительный кодекс Российской Федерации // Минстрой России. 2023. Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/866/ (дата обращения: 06.04.2024).

С 2019 г. в кодексе зафиксировано понятие информационной модели объекта капитального строительства[8], представляющего совокупность документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на всех этапах жизненного цикла объекта.

С информационными моделями объекта капитального строительства связана концепция классификатора строительной информации, то есть информационного ресурса, распределяющего информацию об объектах капитального строительства и ассоциированную с ними информацию в соответствии с ее классификацией.

В Градостроительном кодексе Российской Федерации также прописаны полномочия и обязанности органов власти в отношении государственных информационных систем, где органы государственной власти субъектов занимаются созданием и управлением государственными информационными системами, которые поддерживают градостроительную деятельность.

Органы местного самоуправления также ответственны за управление такими системами на территории своих районов. По данным Росстата, 2023 г. стал рекордным в России по вводу жилья – 110,4 млн м^2, что на 7,5 % больше результатов 2022 г.[9] В целях повышения объемов вводимого жилья была разработана «Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г.»[10]. Документ направлен на преобразование строительной отрасли с расчетным увеличением производительности труда на 10 %. Планируется, что в результате действия стратегии финансовые затраты на создание объектов строительства сократятся на 20 %, а сроки возведения на 30 %.

Министерство строительства и Жилищно-коммунальное хозяйство России на регулярной основе издает приказы, которые конкретизируют положения законов и постановлений, структуру и состав документов, а также методы расчетов. Например, первый регулирует классификатор строительной информации, его структуру и состав[11]. Второй утверждает методику определения стоимости работ по подготовке проектной документации[12]. А третий закрепляет методику определения сметной стоимости строительства, реконструкции или капитального ремонта[13].

Отдельные приказы регулируют методы определения стоимости на информационное моделирование, форму и порядок ведения общего журнала работ и т. д. Использование цифрового формата для исполнительной документации в строительстве стало значительно проще после принятия ряда законодательных инициатив со стороны Министерства строительства.

Одним из самых актуальных документов по этому вопросу является Приказ Минстроя России № 344/пр от 16.05.2023 г., который позволяет вести всю исполнительную документацию только в электронном виде без необходимости

[8]«О внесении изменений в Федеральный закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»: Федеральный закон от 27.06.2019 № 151-ФЗ // Официальное опубликование правовых актов. 2019. Режим доступа: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201906270037 (дата обращения: 06.04.2024).

[9]Подведены итоги жилищного строительства в 2023 году // Минстрой России. 2024. Режим доступа: https://minstroyrf.gov.ru/press/podvedeny-itogi-zhilishchnogo-stroitelstva-v-2023-godu/#:~:text=%D0%9F%D0%BE%20%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%BC%20%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B0%2C%20%D0%B2%D0%B2%D0%BE%D0%B4%20%D0%B6%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%8F,%D0%B2%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BE%2051%2C76%20%D0%BC%D0%BB%D0%BD%20%D0%BA%D0%B2 (дата обращения: 10.04.2024).

[10]«Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года»: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.10.2022 № 3268-р // Правительство России. 2022. Режим доступа: http://static.government.ru/media/files/AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAm.pdf (дата обращения: 12.04.2024).

[11]«Об утверждении структуры и состава классификатора строительной информации»: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 06.08.2020 № 430/пр // Минстрой России. 2020. Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/183196/ (дата обращения: 13.04.2024).

[12]«Об утверждении Методики определения стоимости работ по подготовке проектной документации»: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 1 октября 2021 года № 707/пр // Минстрой России. 2020. Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/138462/ (дата обращения: 07.04.2024).

[13]«Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации»: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. № 421/пр // Минстрой России. 2020. Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/74851/ (дата обращения: 07.04.2024).

воспроизведения в бумажном формате[14]. Приказ вступил в силу с 1 сентября 2023 г. и будет действовать по 2029 г. с возможным продлением. Постепенно вводится практика перевода строительной документации в машиночитаемый формат XML с целью автоматизации процессов в строительстве. Например, Приказом Министерства строительства России № 783/пр от 12.05.2017 г. были утверждены требования к электронным документам для государственной экспертизы, где сметы должны быть представлены в формате XML в соответствии с установленной схемой[15]. Аналогично, Приказом № 341/пр от 08.06.2018 г. были установлены требования к формату заключения экспертизы[16].

В целях импортозамещения разрабатываются отечественные технологии информационного моделирования (ТИМ), которые на российском рынке постепенно заменяют BIM. Данные пакеты программного обеспечения должны быть задействованы на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства. Уже с новыми инструментами инженеры и архитекторы будут проектировать цифровые модели зданий, интегрировать информацию о конструкциях, материалах, расходах на энергию и другие параметры [10]. Работа в цифровом формате позволяет проводить более точное и эффективное проектирование с минимальными времязатратами и ошибками при проектировании, строительстве и выводе объекта из эксплуатации. ТИМ позволяет сократить количество ошибок в проектной документации в 3–4 раза, а сроки строительства до 20 %[17]. В перспективе ТИМ должны распространиться на все объекты строительства в стране. Однако, несмотря на все преимущества, технология пока остается сложной в разработке и изучении, малодоступна в использовании для небольших и средних застройщиков. Есть ощутимый недостаток специалистов в области строительного информационного моделирования даже в крупных городах страны [11]. Так, с 2022 г. использование ТИМ зданий стало обязательным для объектов государственного заказа, финансируемых из бюджета Российской Федерации вне зависимости от их стоимости или важности[18]. Уже в 2022 г. были внесены изменения в требования Правил по проведению проектных работ в Российской Федерации[19]. Теперь ведение информационной модели стало обязательным, если договор на выполнение документации был заключен после 1 июля 2024 г. и разрешение на строительство было получено после 1 января 2025 г.

Для индивидуальных домов в малоэтажных жилых комплексах информационная модель требуется в тех случаях, когда подготовка проектной документации обязательна или договор на нее был заключен после 1 января 2025 г., или разрешение на строительство было получено после 1 июля 2025 г. Наконец, в рамках ускорения этапов взаимодействия государственных органов власти и строительных компаний путем перехода на электронный

[14]«Об утверждении состава и порядка ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства»: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16.05.2023 № 344/пр // Официальное опубликование правовых актов. 2023. Режим доступа: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202306010019 (дата обращения: 07.04.2024).

[15]«Об утверждении требований к формату электронных документов, представляемых для проведения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий и проверки достоверности определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства»: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 12.05.2017 № 783/пр // Официальное опубликование правовых актов. 2017. Режим доступа: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708250017 (дата обращения: 12.04.2024).

[16]«Об утверждении Требований к составу, содержанию и порядку оформления заключения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий»: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 08.06.2018 № 341/пр // Официальное опубликование правовых актов. 2018. Режим доступа: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201808210039 (дата обращения: 12.04.2024).

[17]ТИМ на стройке // Агентство строительных новостей «ASN INFO». 2023. Режим доступа: https://m.asninfo.ru/techmats/488-tim-na-stroyke?page=193&per-page=2 (дата обращения: 14.04.2024).

[18]«Об установлении случаев, при которых застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства»: Постановление Правительства РФ от 5 марта 2021 г. № 331 // Гарант. 2021. Режим доступа: https://base.garant.ru/400424628/ (дата обращения: 14.04.2024).

[19]«О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 5 марта 2021 г. № 331»: Постановление Правительства Российской Федерации от 20.12.2022 № 2357// Официальное опубликование правовых актов. 2022. Режим доступа: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202212210039?index=1&roistat_visit=225467 (дата обращения: 05.04.2024).

формат, в 2020 г. Правительством была выдвинута программа «Цифровая экономика Российской Федерации».

Основными целями программы являются: увеличение внутренних инвестиций в развитие экономики, создание информационной инфраструктуры для быстрой передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступной для всех организаций и домохозяйств, переход государственных учреждений, органов местного самоуправления и предприятий различного уровня капитализации на использование отечественного программного обеспечения[20].

Российские компании активно адаптируются к современным высоким стандартам, установленным государством и крупными заказчиками.

Одним из ключевых направлений адаптации является внедрение наиболее перспективных технологий, которые уже используются крупными и средними компаниями в строительной отрасли России в рамках цифровизации [12].

Хотя большинство IT-продуктов сосредоточены на решении базовых задач, таких как учет информации и автоматизация, информационные системы и технологии изменяют облик рынка в целом, а также облик конкретных строительных проектов.

Благодаря минимальным вложениям в основные фонды и наибольшей прибыли цифровые площадки по продаже недвижимости становятся наиболее привлекательным направлением развития для девелоперов. Такие подходы уже прижились у строительных компаний, крупных и небольших агентств недвижимости [13–14].

Девелоперы, как наиболее активные субъекты рынка недвижимости, заинтересованы в динамической системе ценообразования на новые квартиры в строящихся жилых комплексах.

Специально разработанное программное обеспечение не только регулирует цены недвижимости, но и сопровождает потенциальных покупателей на протяжении всего процесса: от завлечения рекламой до подписания цифрового договора. Модули на основе искусственного интеллекта (ИИ) уже распознают переписку с клиентами и прогнозируют вероятность их готовности купить недвижимость.

В будущем эта технология позволит проводить все этапы сделок онлайн, за исключением осмотров объектов, но и эта ниша будет заполнена благодаря развитию VR-систем. Даже передача ключей частично перешла в цифровой формат у некоторых застройщиков.

Одним из примеров использования цифровых технологий в строительной индустрии является беспилотная техника.

Дроны могут использоваться для малярных работ, укладки кирпича или установки арматуры. Хотя эти технологии пока не получили широкого распространения в России и в мире, растет применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга использования земель.

Например, дроны используются при осуществлении государственного земельного надзора, что позволяет значительно увеличить скорость обследования территорий [15].

Еще одной важной областью цифровизации в строительстве является интернет вещей (Internet of Things), которая представляет собой систему взаимосвязанных устройств, обменивающихся данными через беспроводные сети без участия человека.

В строительной отрасли этот концепт в основном используется для учета энергоресурсов в уже построенных зданиях.

Например, в электроэнергетике наблюдается широкое внедрение умных электросчетчиков. Согласно отчету ONSIDE, лидерство в подключении в M2M/IoT принадлежит оператору МТС – 47%[21]. Электросчетчики уже подключают к интернету вещей, а среди счетчиков воды и тепла также наблюдается быстрый рост внедрения[22].

Однако, если говорить о газовых счетчиках, только 3 % установленных приборов могут передавать данные, что является наименее продвинутой областью в данном контексте.

---

[20]Протокол заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7 // СПС «КонсультантПлюс». 2019. Режим доступа: https://www.consultant.ru/law/podborki/protokol_zasedaniya_prezidiuma_soveta_pri_prezidente_rossijskoj_federacii_po_strategicheskomu_razvitiyu_i_nacionalnym_proektam_ot_4_iyunya_2019_g._%25E2%2584%2596_7/ (дата обращения: 14.04.2024).

[21]МТС стала лидером B2B-телекома по развитию интернета вещей https://www.chitaitext.ru/novosti/mts-stala-liderom-b2b-telekoma-po-razvitiyu-interneta-veshchey/ (дата обращения: 14.04.2024).

[22]Интернет вещей, IoT, M2M, мировой рынок // TADVISER. 2024. Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9,_IoT,_M2M_(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA) (дата обращения: 14.04.2024).

В перспективе интернет вещей может также применяться на строительных площадках для мониторинга различных параметров, таких как передвижение строительной техники, контроль за персоналом и доступом на объект.

В России развиваются подобные технологии и уже проводятся испытания датчиков для мониторинга прочности бетонных конструкций.

Параллельно другим направлениям цифровизации искусственный интеллект становится быстрорастущим сегментом в строительстве. На основании отчета ResearchDive, рынок цифровых технологий в строительной сфере на 2021 г. оценивался всего в 500 млн долл., с повешением до 8,5 млрд долл. к 2031 г.[23]

Девелоперы активно стремятся вводить мировые наработки в области искусственного интеллекта на строительных площадках. Использование систем видеонаблюдения с элементами ИИ в целях строительного контроля и соблюдения техники безопасности на стройплощадке становится стандартизированным решением для многих отечественных компаний.

Специально обученная нейронная сеть распознает как элементы конструкций здания и их правильное местоположение, так и наличие средств индивидуальной защиты (каски, жилеты, респираторы, защитные очки и т. д.) у сотрудников, элементы оборудования и условия работы оборудования [16–17].

Эксперты выделяют несколько ключевых перспектив применения ИИ в строительстве, включая проактивный анализ больших объемов данных для оперативного принятия управленческих решений, интеграцию с роботизированными системами для планирования работ и логистики поставок, контроль затрат на строительство и оптимизацию расходов, а также применение нейросетей на этапе проектирования, научных исследований для улучшения процессов и разработки новых технологий.

Однако развитие данной области пока ограничивается качеством постановки задач и проблемами текущего этапа развития данной технологии, которая все еще не может сравниться с человеком.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Неоспоримо, что цифровизация строительной отрасли в России будет продолжаться и расширяться в ближайшие годы. Новые технологии ежегодно будут активно внедряться для улучшения процессов проектирования, строительства и эксплуатации объектов. Такие системы как расширенная реальность, искусственный интеллект и интернет вещей уже сейчас становятся обыденной реальностью. Более тесное сотрудничество между государственными органами, промышленными предприятиями и научными комплексами также будет способствовать успешному развитию цифровизации строительства [18].

В строительной отрасли России цифровые продукты составляют лишь около 3 %, что значительно меньше, чем в Китае (8 %) и США (20 %). Однако за последние два года количество отечественных IT-решений значительно выросло, и теперь российские компании становятся менее зависимыми от иностранных поставщиков. Крупные застройщики уже осуществили базовую цифровизацию, автоматизировали основные процессы. Средние и небольшие застройщики фокусируются на внедрении наиболее эффективных решений, таких как цифровизация продаж и использование электронной документации. Вероятно, в будущем на отечественном рынке появятся симбиозы китайских технологий и российского программного обеспечения[24].

Сталкиваясь с вызовами современного рынка и стремительным технологическим прогрессом, российская строительная отрасль ощущает необходимость в цифровизации. Это становится ключевым фактором для обеспечения устойчивого развития и повышения конкурентоспособности на мировом рынке.

Сегодня главным вызовом для цифровизации строительной отрасли является недостаток квалифицированных специалистов в области цифровых технологий. Для успешной реализации цифровизации необходимы специалисты, обладающие знаниями и навыками работы с современными IT-системами, программным обеспечением и цифровыми инструментами. Недостаток узкоспециализированных специалистов создает проблемы при внедрении новых технологий, препятствует росту и развитию отрасли. Стоимость внедрения цифровых технологий является весомым фактором, препятствующим развитию индустрии. Многие строительные компании сталкиваются с финансовыми ограничениями, которые могут затруднить внедрение современных цифровых систем и оборудования. Инвестиции в новые

[23]Рынок искусственного интеллекта в строительстве // ICT Moscow.2021. Режим доступа: https://ict.moscow/research/rynok-iskusstvennogo-intellekta-v-stroitelstve/ (дата обращения: 14.04.2024).
[24]Эффект от цифровизации строительства можно оценить в 100 млрд рублей – Андрей Тян // Интерфакс: новости. 2023. Режим доступа: https://www.interfax-russia.ru/realty/reviews/effekt-ot-cifrovizacii-stroitelstva-mozhno-ocenit-v-100-mlrd-rubley-andrey-tyan (дата обращения: 14.04.2024).

технологии требуют значительных финансовых затрат, что может отпугнуть некоторые компании от цифровизации процессов.

Несмотря на эти вызовы, цифровизация строительной отрасли представляет огромный потенциал для улучшения производительности, сокращения затрат и повышения качества работ. Применение цифровых технологий, таких как ТИМ, автоматизация процессов и внедрение роботизированных систем, позволит компаниям стать более конкурентоспособными и адаптивными к изменяющимся условиям рынка. Для преодоления вызовов цифровизации строительной отрасли необходимо дальнейшее принятие комплексных мер со стороны государства и бизнес-сообщества. Важно создать благоприятную экосистему для развития цифровых технологий, обеспечить доступ к обучению и подготовке специалистов, а также содействовать финансированию инновационных проектов и исследованию в области цифровизации строительства. Только совместные усилия всех заинтересованных сторон позволят российской строительной отрасли успешно преодолеть вызовы цифровой трансформации и достичь новых высот в развитии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Синева Н.Л., Яшкова Е.В., Костерина Д.М., Селещук Т.А., Сигова Е.С. Инновации сквозь призму цифровизации XXI века // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2019. № 1 (35). С. 261–266. EDN: YZECAP.
2. Дудкина Ю. Незаменимых нет: Что такое диффузия технологий и как она влияет на рабочие места? // Секрет фирмы. 2017. Режим доступа: https://secretmag.ru/trends/whatsup/privychka-menyatsya-kak-tehnologii-ostavyat-nas-bez-raboty.htm (дата обращения: 14.04.2024).
3. Миронова Л.И., Некрасов А.В., Бурцев А.Г. Вызовы цифровизации строительной отрасли: подготовка будущих магистров-градостроителей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: строительство и архитектура. 2022. Т. 22. № 4. С. 76–83. https://doi.org/10.14529/build220408. EDN: WWIYOO.
4. Мишин М. Цифровизация строительной отрасли // VC.ru. 2023. Режим доступа: https://vc.ru/u/240856-maksim-mishin/631736-cifrovizaciya-stroitelnoy-otrasli (дата обращения: 14.04.2024).
5. Васильева Н.В., Бачуринская И.А. Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли // Вестник алтайской академии экономики и права. 2018. № 7. С. 39–46. EDN: YUDSQP.
6. Половникова Н.А. Цифровизация в строительстве в России // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 12-2. С. 102–105. https://doi.org/10.24412/2411-0450-2022-12-2-102-105. EDN: QVTLPC.
7. Моттаева А.Б., Кашинцева В.Л., Кубрак И.А. Актуальные тренды цифровой трансформации строительной отрасли России // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2023. Т. 12. № 4. С. 98–104. https://doi.org/10.24412/2225-8264-2023-4-98-104. EDN: ZWXWCW.
9. Борисова Л.А., Оздеаджиев М.М. Основные тренды и проблемы инновационного развития строительной отрасли // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. 2022. № 4. С. 10–19. https://doi.org/10.24412/2412-2025-2022-4-10-19. EDN: DTIIPU.
9. Канапухин П.А., Шомин С.В. Роль цифрового развития строительной отрасли в увеличении производственного потенциала предприятий // Инновации и инвестиции. 2023. № 7. С. 436–441. EDN: KDFSYS.
10. Гусева Г.В., Астафьев С.А. Интеграция технологий информационного моделирования и интернета вещей в строительстве // Baikal Research Journal. 2020. Т. 11. № 3. С. 1–14. https://doi.org/10.17150/2411-6262.2020.11(3).9. EDN: EROFWC.
11. Провоторов И.А., Вторников А.В. Актуальные направления цифровизации строительной отрасли // Цифровая и отраслевая экономика. 2020. № 2 (19). С. 126–129. EDN: FTIMNX.
12.Ненастьев А. Самые передовые информационные системы и технологии в строительстве в 2024 году // ЦУС Академия. 2023. Режим доступа: https://academy.tsus.ru/samye-peredovye-informaczionnye-sistemy-i-tehnologii-v-stroitelstve-v-2023-godu/ (дата обращения: 13.04.2024).
13. Musarat A.M., Alaloul W.S, Zainuddin S.M.B., Qureshi A.H., Maqsoom A. Digitalization in Malaysian Construction Industry: Awareness, Challenges and Opportunities // Results in Engineering. 2024. Vol. 21. P. 1–9. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102013.
14. Asif M., Naeem G., Khalid M. Digitalization for Sustainable Buildings: Technologies, Applications, Potential, and Challenges // Journal of Cleaner Production. 2024. Vol. 450. P. 1–19. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141814.
15. Погорелов В.А. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в строительстве // Инженерный вестник Дона. 2016. № 1 (40). С. 1–7. EDN: WCNTDF.
16. Ильин А.В., Владимиров Н.В. Использование искусственного интеллекта в строительстве // Вестник магистратуры. 2022. № 4-2. С. 5–7. EDN: EIBOMJ.

17. Sarker I.H., Janicke H., Mohsin A., Gill A., Maglaras L. Explainable AI for Cybersecurity Automation, Intelligence and Trustworthiness in Digital Twin: Methods, Taxonomy, Challenges and Prospects // ICT Express. 2024. P. 1–24. https://doi.org/10.1016/j.icte.2024.05.007.
18. Козленко Т.А., Придвижкин С.В. BIM и VR: разработка программного модуля для интеграции информационного моделирования зданий и виртуальной реальности // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2021. Т. 18. № 4. С. 440–449. https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-4-440-449. EDN: HBRRUH.

REFERENCES

1. Sineva N.L., Yashkova E.V., Kosterina D.D., Seleshchuk T.A., Sigova E.S. Innovation Through the Prism of Digitalization of The XXI Century. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya = Innovative Economy: Prospects for Development and Improvement.* 2019;1(35):261-266. (In Russ.). EDN: YZECAP.
2. Dudkina Yu. No One Is Irreplaceable: What Is Technology Diffusion and How Does It Affect Jobs? *Company's secret*. Available from: https://secretmag.ru/trends/whatsup/privychka-menyatsya-kak-tehnologii-ostavyat-nas-bez-raboty.htm [Accessed 14th April 2024]. (In Russ.).
3. Mironova L.I., Nekrasov A.V., Burtsev A.G. Challenges in Digitalization of the Construction Industry: Training Future Urban Planning Masters. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: stroitel'stvo i arkhitektura = Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture.* 2022;22(4):76-83. (In Russ.). https://doi.org/10.14529/build220408. EDN: WWIYOO.
4. Mishin M. Digitalization of The Construction Industry. *VC.ru*. 2023. Available from: https://vc.ru/u/240856-maksim-mishin/631736-cifrovizaciya-stroitelnoy-otrasli [Accessed 14th April 2024]. (In Russ.).
5. Vasil'eva N.V., Bachurinskaya I.A. Problematic Aspects of Digitalization of the Construction Industry. *Vestnik altaiskoi akademii ekonomiki i prava = Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law.* 2018;7:39-46. (In Russ.). EDN: YUDSQP.
6. Polovnikova N.A. Digitalization in Construction in Russia. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika = Economy and Business: Theory and Practice.* 2022;12-2:102-105. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2411-0450-2022-12-2-102-105. EDN: QVTLPC.
7. Mottaeva A.B., Kashintseva V.L., Kubrak I.A. Current Trends in The Digital Transformation of the Construction Industry in Russia. *Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informatsionnykh tekhnologii = Herald of Siberian Institute of Business and Information Technologies.* 2023;12(4):98-104. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2225-8264-2023-4-98-104. EDN: ZWXWCW.
8. Borisova L.A., Ozdeadzhiev M.M. Main Trends and Problems of Innovative Development of the Construction Industry. *UEPS: upravlenie, ekonomika, politika, sotsiologiya = UEPS: management, economics, politics, sociology.* 2022;4:10-19. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2412-2025-2022-4-10-19. EDN: DTIIPU.
9. Kanapukhin P.A., Shomin S.V. The Influence of the Digital Aspects in Construction Development Capacity Increase. *Innovatsii i investitsii = Innovation and Investment*. 2023;7:436-441. (In Russ.). EDN: KDFSYS.
10. Guseva G.V., Astafyev S.A. Integration of Technologies of Information Modeling and Internet of Things in Construction. *Baikal Research Journal*. 2020;11(3):1-14. (In Russ.). https://doi.org/10.17150/2411-6262.2020.11(3).9. EDN: EROFWC.
11. Provotorov I.A., Vtornikov A.V. Actual Directions of Digitalization of the Construction Industry. *Tsifrovaya i otraslevaya ekonomika = Digital and Industrial Economy*. 2020;2(19):126-129. (In Russ.). EDN: FTIMNX.
12. Nenast'ev A. The Most Advanced Information Systems and Technologies in Construction in 2024. *TsUS Academy*. 2023. Available from: https://academy.tsus.ru/samye-peredovye-informaczionnye-sistemy-i-tehnologii-v-stroitelstve-v-2023-godu/ [Accessed 13th April 2024]. (In Russ.).
13. Musarat A.M., Alaloul W.S, Zainuddin S.M.B., Qureshi A.H., Maqsoom A. Digitalization in Malaysian Construction Industry: Awareness, Challenges and Opportunities. *Results in Engineering*. 2024;21:1-9. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102013.
14. Asif M., Naeem G., Khalid M. Digitalization for Sustainable Buildings: Technologies, Applications, Potential, and Challenges. *Journal of Cleaner Production*. 2024;450:1-19. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141814.
15. Pogorelov V.A. Prospects for The Use of Unmanned Aerial Vehicles in The Construction. *Inzhenernyi vestnik Dona = Engineering Journal of Don*. 2016;1(40):1-7. (In Russ.). EDN: WCNTDF.
16. Il'in A.V., Vladimirov N.V. The Use of Artificial Intelligence in Construction. *Vestnik magistratury = Bulletin of The Master's Program.* 2022;4-2:5-7. (In Russ.). EDN: EIBOMJ.
17. Sarker I.H., Janicke H., Mohsin A., Gill A., Maglaras L. Explainable AI for Cybersecurity Automation, Intelligence and Trustworthiness in Digital Twin: Methods, Taxonomy, Challenges and Prospects. *ICT Express.* 2024:1-24. https://doi.org/10.1016/j.icte.2024.05.007.
18. Kozlenko T.A., Pridvizhkin S.V. BIM and VR: Development of A Software Module for The Integration of Building Information Modelling and Virtual Reality. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-*

dorozhnogo universiteta = The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2021;18(4):440-449. (In Russ.). https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-4-440-449. EDN: HBRRUH.

Информация об авторах

Степанов Антон Васильевич,
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉e-mail: uks.stepanov@mail.ru

Матвеева Мария Витальевна,
д.э.н., профессор, профессор кафедры экспертизы и управления недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: expertiza@istu.edu
https://orcid.org/0000-0002-9390-5444
Autor ID: 505831

Пешкова Елена Сергеевна,
аспирант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: expertiza@istu.edu

Information about the Authors

Anton V. Stepanov,
Master's Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: uks.stepanov@mail.ru

Maria V. Matveeva,
Dr. Sci. (Econ.), Professor,
Professor of the Department of Real Estate Expertise and Management,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: expertiza@istu.edu
https://orcid.org/0000-0002-9390-5444
Autor ID: 505831

ElenaS. Peshkova,
Graduate Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: expertiza@istu.edu

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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.

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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 19.04.2024.
Одобрена после рецензирования 29.04.2024.
Принята к публикации 30.04.2024.

Information about the article

The article was submitted 19.04.2024.
Approved after reviewing 29.04.2024.
Accepted for publication 30.04.2024.

Научная статья
УДК 727
EDN: EOYIUP
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-367-382

Исследование приоритетных направлений при проектировании молодежного культурно-досугового центра в поселке Хужир

А.Г. Большаков[1], И.Е. Дружинина[2], К.Д. Саакян[3]✉
[1, 2, 3]Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается актуальность создания молодежного культурно-досугового центра для поселка Хужир, его роль и значение в жизни населенного пункта. Исследования опираются на результаты социологических опросов среди населения Ольхонского района и молодежи Российской Федерации – основной целевой аудитории молодежного центра. Исследование включает: анализ электронных источников и литературы по проектированию культурно-досуговых центров в населенных пунктах прибрежной территории Байкала; доступные статистические данные по туризму на острове Ольхон и актуальным сферам дополнительного образования в России; социологические опросы населения Ольхонского района, жителей Российской Федерации и Содружества независимых государств. Также был проведен обзор примеров проектных предложений по организации туристического досуга и культурно-просветительских учреждений в сельской местности Прибайкалья. Результаты статистического опроса были использованы для сравнения и выявления востребованных основных характеристик и форм взаимодействия направлений и функций, которым должен отвечать молодежный центр в поселке Хужир. Анализ приоритетных направлений в сфере дополнительно образования на конец 2022 г. в России и Сибирском федеральном округе определил итоговое формирование базы функций. Итоги также легли в подбор аналогичных объектов отечественного и зарубежного опыта для анализа и определения наилучшего архитектурно-планировочного решения проектируемого центра. Выводы исследования определяют шаги к организации учреждения молодежной политики для поселкового населенного пункта и основные направления работы с учетом нужд целевой аудитории.

Ключевые слова: озеро Байкал, Хужир, молодежный культурно-досуговый центр, молодежная политика, экологический туризм, дополнительное образование

Для цитирования: Большаков А.Г., Дружинина И.Е., Саакян К.Д. Исследование приоритетных направлений при проектировании молодежного культурно-досугового центра в поселке Хужир // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 367–382. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-367-382. EDN: EOYIUP.

Original article

Priority directions in the design of a youth culture and leisure center in Khuzhir settlement

Andrey G. Bol'shakov[1], Inna E. Druzhinina[2], Karine D. Saakian[3]✉
[1, 2, 3]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. We consider the relevance and importance of creating a youth culture and leisure center in the rural locality of Khuzhir. To this end, the results of sociological surveys among the population of the Olkhonsky District and young people of the Russian Federation, who form the main target audience of the youth center, were used. The research also involved a review of electronic sources and publications on the design of culture and leisure centers in the settlements of the Baikal coastal area, statistical data on tourism activities in the area of Olkhon Island and additional education initiatives in Russia, sociological surveys among Olkhon population and residents of the Russian Federation and CIS countries. A review of project proposals for the organization of leisure, culture, and education institutions in rural areas

of Pribaikalye was carried out. All these findings were used to identify the main requirements to a youth center in Khuzhir. The analysis of priority areas in the field of additional education specified at the end of 2022 in Russia and the Siberian Federal District was used to determine a set of functions to be performed by the center. The results also formed the basis for the selection of similar objects of domestic and foreign experience for analysis and determination of the most optimal architectural and planning solutions of the designed center. The key stages in the organization of a youth culture and leisure center in Khuzhir were determined taking the needs of the target audience into account.

Keywords: Lake Baikal, Khuzhir, youth cultural and leisure center, youth policy, eco-tourism, additional education

For citation: Bolshakov A.G., Druzhinina I.E., Sahakyan K.D. Priority directions in the design of a youth culture and leisure center in Khuzhir settlement. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2024;14(2): 367-382. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-367-382. EDN: EOYIUP.

ВВЕДЕНИЕ

Большое значение для формирования поселенческой инфраструктуры играет наполнение архитектурной среды современными общественными местами: внешними объектами и территориями различного функционального применения, зданиями и сооружениями, совмещающими специализированные и общие пространства для управляемых социальных действий [1]. Молодежные культурно-досуговые центры в этой системе имеют особенное значение. Они представляют собой места, где молодежь может общаться, развиваться, заниматься творчеством и находить свое место в обществе [2]. В настоящее время растет спрос на такие центры, особенно в удаленных и малонаселенных территориях, включая поселок Хужир на острове Ольхон. В качестве примера объемно-пространственной организации здания можно рассмотреть проект театрально-культурного центра «Ольхон» в поселке Хужир (рис. 1) 2013 г. авторства Ю.Е. Мушниковой: «Центр предполагает подготовку и проведение сценических постановок, конференций, обучающих мастер-классов и презентаций театрального и режиссерского искусства». Главное сценическое пространство объекта с раздвигающимися стенами зала ориентировано на Малое Море и главную театральную площадь перед зданием, сопряженную с транспортной артерией поселка. Главной достопримечательностью данного места считается мыс Бурхан, который послужил источником вдохновения для создания уникального дизайна здания в виде сложных многослойных объемов, напоминающих байкальские скалы. Выбор острова Ольхон в качестве локации для размещения театрально-культурного комплекса повысит культурную значимость региона, обеспечит постоянную работу театрального центра, поможет трудоустроить местных жителей из поселка Хужир и будет способствовать развитию туристической индустрии на острове [3]. Но насколько актуальны те или иные функции подобных объектов? Что сегодня востребовано жителями Хужира?

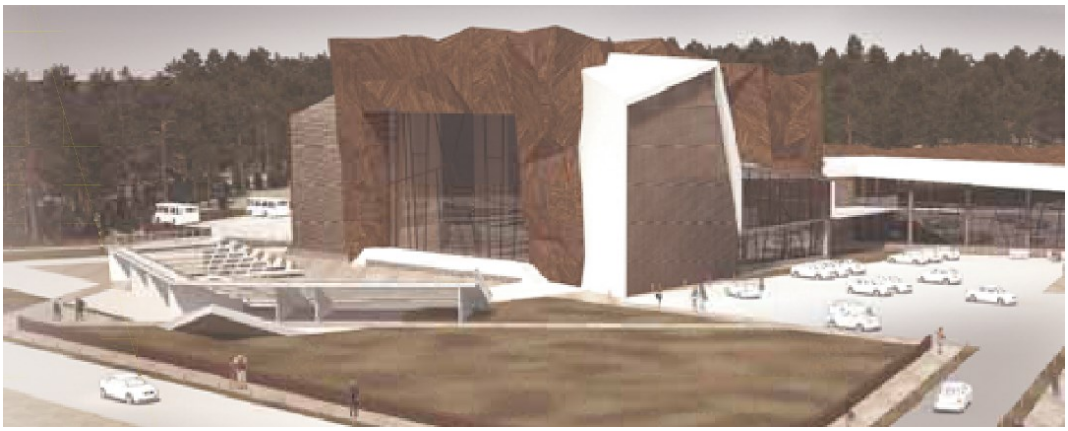


Рис. 1. Общий вид на театрально-культурный центр, автор Мушникова Ю.Е., руководитель Дружинина И.Е.
Fig. 1. General view of the theater and cultural center, author Mushnikova Y.E., head Druzhinina I.E.

Целью проведенного исследования стало определение целевой аудитории молодежного культурно-досугового центра в поселке Хужир, выявление элементов центра, определение доминирующих функций и направлений деятельности.

МЕТОДЫ

Эмпирический метод исследования включает социологический опрос населения Ольхонского района, жителей Российской Федерации и Содружества независимых государств (СНГ). Аналитический метод использовался при разборе электронных ресурсов и литературы по проектированию культурно-досуговых центров в населенных пунктах прибрежной территории Байкала, доступных статистических данных по туризму на острове Ольхон и актуальным сферам дополнительного образования в России.

Ольхон – это крупнейший остров на территории уникального озера Байкал. Он является популярным местом для туризма благодаря своей уникальной природе, историческим и культурным достопримечательностям. Здесь, на территории, протяженностью немногим более 70 км, можно познакомиться с геологическими, геоморфологическими, ботаническими и ландшафтными памятниками природы. С запада Ольхон омывает Малое Море, а берег имеет много удобных спусков к воде. Поэтому не удивительно, что именно эта часть побережья наиболее притягательна для туристов [4].

Однако для этой территории характерны противоречия, провоцирующие специфические конфликты между участниками градостроительной деятельности: администрацией, жителями и предпринимателями [5]. Они приводят к нарушению экосистемы острова: иссечение ландшафта, загрязнение вод, скопление бытового мусора и т. д. [6] Все эти факторы посодействовали идее создания такого центра, который стал бы первым шагом к реорганизации понятия «отдых» на острове Ольхон: через культурное просвещение, познание и приобретение нового опыта с минимальной антропогенной нагрузкой. Отсюда повышается актуальность создания объекта по пропаганде «культурного туризма», когда туристы могут посещать другие регионы и страны с целью ознакомления с культурным историческим наследием, участия в локальных событиях, приобретения новых ярких ощущений и воспоминаний. Также это посодействует приобщению подрастающего поколения к культурно-историческим традициям, этническим, классическим и современным искусствам [7].

В 2017 г. был проведен всероссийский конкурс на лучшую концепцию развития природного парка «Мыс Бурхан» и прилегающих к нему территорий.

В конкурсе приняли участие специалисты из Санкт-Петербурга, Томска, Сочи, Казани, Новосибирска, Якутска, Кыргызстана, Украины и Германии.

Основная цель конкурса заключалась в поиске решений, направленных на сохранение и восстановление природы с учетом гармоничного и бережного встраивания элементов благоустройства. Победителем конкурса стал проект «Три души Ольхона» (рис. 2).

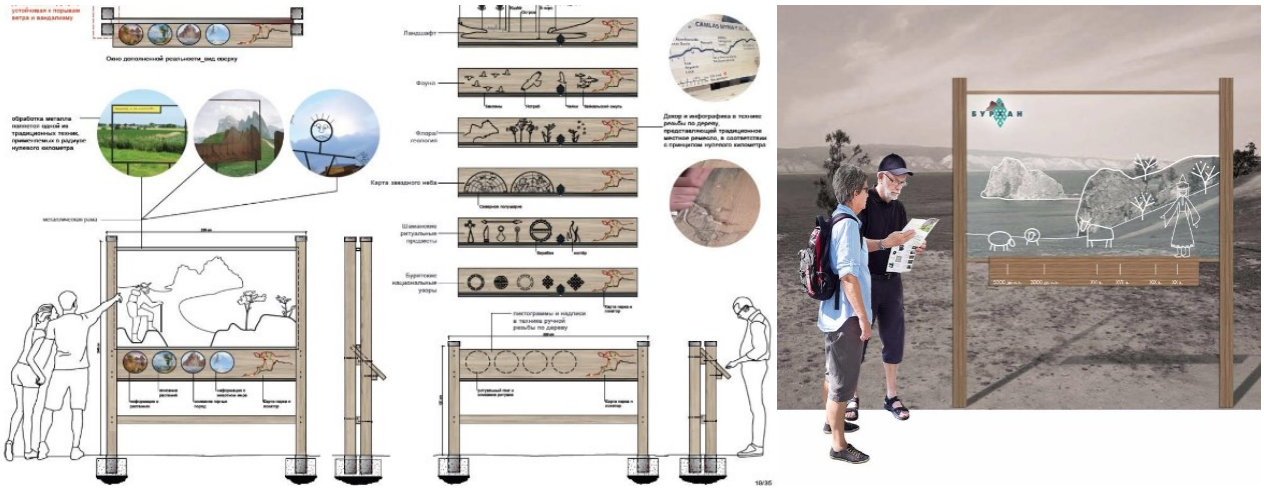


Рис. 2. Элементы дизайна: окна дополненной реальности
Fig. 2. Design elements: augmented reality windows

Разработано несколько предложений для туристов и местного населения. Преимущества проекта включают грамотное зонирование территории, создание новых необходимых объектов, мощную информационно-навигационную систему, мягкое взаимодействие новых

инфраструктурных объектов с природной средой и стильный дизайн всей навигационной и интерактивной системы [8].

С каждым годом проблемы Ольхона становятся более явными, среди них: активная антропогенная нагрузка, деградация ландшафтов, отсутствие понятной навигации для посетителей. Данные вопросы требуют формирования грамотных комплексных решений, в том числе средствами средового дизайна. Решение подобных задач лежит не только в области законодательных и градостроительных мер, но именно они должны стать первым шагом к решению сложившихся проблем [9].

Широкий спектр услуг популярного туристического направления в России формирует целевую группу посетителей. Следовательно, предложенный досуг должен отвечать определенным параметрам экологического туризма и привлекать определенную аудиторию – заинтересованных в активном отдыхе, природном туризме, изучении истории и культуры региона. Нынешняя ситуация на берегах Байкала транслирует последствия серьезной антропогенной нагрузки, что ухудшает общую картину, воспринимается как грубое вмешательство и снижает стоимость места также в монетарном смысле: «Целью планирования туризма в регионе Байкала должно быть “оптимальное туристическое переживание”. Природно-пространственные условия озера Байкал предлагают для этого превосходную сцену, когда все человеческие активности, включая туристические, должны наполнять впечатлениями, чтобы защищать эти условия» [10, с. 228]. Такой подход также способствует созданию дополнительных рабочих мест для населения и постепенному вытеснению экологически неблагоприятных сфер деятельности.

Вопрос экологического подхода к туризму рассматривает в своей выпускной квалификационной работе «Эко-центр “Байкал-Далай” на базе геопарка в Листвянском МО» по направлению «Архитектура» Е.П. Гейкина[1]. Она выдвигает следующую гипотезу: «В результате создания данного проекта, пос. Листвянка приобретет не только объект, деятельность которого будет направлена на сохранение уникального природного потенциала и прививание вдумчивого отношении к экологии, но и статус мощного туристического центра, сохраняющего исторический уклад жизни и демонстрирующего его современникам. Это, в свою очередь, будет развивать интерес к культуре и экологии региона и обеспечит новый уровень качества жизни». Функциональное насыщение проектируемого центра отвечает образовательным задачам: экологическое просвещение местного населения и туристов, проведение мероприятий экологической направленности, содействие учебному процессу профильных факультетов вузов, создание экспозиции, фокусирующей внимание на актуальных проблемах. В проекте также предусмотрено размещение деревни с гостевыми домами для туристических групп (рис. 3).

Рис. 3 Фрагменты генерального плана: размещение эко-центра, размещение деревни, автор Гейкина Е.П., руководитель Гетманченко О.В.
Fig. 3 Fragments of the master plan: placement of the eco-center, placement of the village, author Geikina E.P., head Getmanchenko O.V.

[1]Гейкина Е.П. Эко-центр «Байкал-Далай» на базе геопарка в Листвянском МО: 07.03.01. Иркутск, 2021. 65 с.

В основе концепции проектного предложения лежит идея незримого объединения природы Байкала и человека. Основным приемом формирования объемов и, как следствие, развития функциональной организации является плавное перетекание архитектуры в окружающий рельеф.

Стартовым фактором развития экологического туризма являются учреждения молодежной политики. Система управления в области молодежных организаций носит инновационный характер. Это значит, что с каждым годом методы и формы управления непрерывно обновляются и совершенствуются в соответствии с новыми социально-экономическими обстоятельствами и тенденциями [11].

Значительную часть целевой аудитории проектируемого центра занимают школьники Хужирской средней общеобразовательной школы. Для подрастающего поколения острова Ольхон молодежный центр выступает в роли центра дополнительного образования, который будет нести культурно-просветительскую миссию и решать сопутствующие задачи: актуализация перспектив для личностного и профессионального развития, формирование мотивации, субъектности, удовлетворение потребностей молодежи. Данный тип учреждений играет уникальную роль в системе образования в современных условиях. Они позволяют адаптировать детей к жизни в обществе, способствуют повышению общего уровня культуры, позволяют организовать содержательный досуг.

Федеральное агентство по делам молодежи «Росмолодежь»[2] дает свое определение такому виду молодежных центров – стационарные лагеря. Стационарные детские и молодежные лагеря предлагают условия для проведения профильных смен, форумов и образовательных мероприятий, а также подходят для детского отдыха и корпоративных встреч. Федеральное агентство находит целесообразным развитие сети таких лагерей в регионе, где главное задачей стоит обеспечение равного доступа молодежи из всех муниципалитетов к качественной инфраструктуре, доступной круглый год.

В современных условиях дополнительное образование становится важным инструментом формирования системы ценностей и взглядов нового поколения. Основным приоритетом дополнительного образования является создание стимулирующей среды. Этот подход основывается на мотивации к обучению, творчеству и приобщению к ценностям и традициям многонациональной культуры России. Социально-культурный аспект играет ключевую роль в системе дополнительного образования и объединяет педагогические, психологические, культурно-исторические и социальные ресурсы для развития молодежи в процессе освоения ценностей. Образовательная деятельность в рамках дополнительного образования строится вокруг проектов самих учащихся и их знакомства с культурными операциями, принятыми в различных профессиях и типах отношений по самым разным направлениям дополнительных общеобразовательных программ [12].

«Многофункциональный комплексный подход проектирования может заранее предусмотреть альтернативные варианты развития и использования среды» [13. 2448]. Такой подход можно проследить в работе 2022 г. Н.Д. Орешкина «Многофункциональный кластер на территории промышленного предприятия в предместье Рабочее в Иркутске»[3] (рис. 4). В основе концепции проекта лежит завершение «зеленого диаметра» в центральной части Иркутска. Центральным объектом является главная площадь кластера. Кластер представлен следующими функциями: культурный центр ремесел и творчества, ремесленные мастерские, гостиница, школа, паркинг, центр развлечений и досуга, жилье, общественно-деловой центр. Согласно указу Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»[4] национальной целью № 1 является создание возможностей для самореализации и развития талантов. Одним из ключевых аспектов современного образования является формирование и развитие способностей у детей и молодежи с целью помочь им определиться с будущей профессией и выбрать направление для своего карьерного роста. Этот процесс должен быть интегрирован в систему образования, начиная с начальных классов, и продолжаться на протяжении всего периода обучения.

[2]Стандарт учреждения молодежной политики: пособие для руководителей и учреждений в сфере молодежной политики. М.: Институт молодежи, 2022. 168 с. Режим доступа: https://rgub.ru/files/standart_young_policy-970-2.pdf (дата обращения: 17.11.2023)

[3]Орешкин Н.Д. Многофункциональный кластер на территории промышленного предприятия в предместье Рабочее в Иркутске: 07.03.01. Иркутск, 2022.

[4]Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». Номер опубликования: 0001202007210012. Дата опубликования: 21.07.2020.

Рис. 4. Концепция проекта застройки, общий вид, автор Орешкин Н.Д., руководитель Дружинина И.Е.
Fig. 4. The concept of the building project, general view, author Oreshkin N.D., head Druzhinina I.E.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Чтобы оценить уровень востребованности молодежного культурно-досугового центра в поселке Хужир на острове Ольхон были проведены социологические опросы среди потенциальной целевой аудитории центра: жители Ольхонского района, молодежь России и СНГ. Суммарно в опросах приняли участие 339 респондентов. Первым этапом анкетирования стала общая сводка участников (рис. 5). Среди респондентов Ольхонского района большинство составили школьники в возрасте от 14 до 17 лет. Далее идут категории «50+» и «38–50», которые, исходя из комментариев, представлены в основном учителями и родителями школьников, принявших участие в опросе.

Для второй целевой аудитории преобладающей категорией выступила «18–27», которую можно определить как «студенты и молодые специалисты». Далее, категории выстраиваются в порядке убывания «38–50», «28–37», «14–17», «50+» и «до 14». В среднем, опрошено 245 женщин (73,3 %) и 94 мужчины (27,7 %).

Рис. 5. Диаграммы соотношения возрастных категорий респондентов местного населения и молодежи страны
Fig. 5. Diagrams of the ratio of the age categories of the respondents of the local population and the youth of the country

Среди жителей Ольхонского района наибольшим интересом анкетирование пользовалось в Хужирском муниципальном образовании (МО) – 72,2 % опрошенных. Со значением 22,2 % проголосовали жители Еланцынского МО. Бугульдейское МО – 5,6 %. По результатам всероссийского опроса 86,3 % респондентов проживают на территории Сибирского федерального округа. Распределение респондентов по другим округам:

– Центральный федеральный округ (3,1 %);

– Дальневосточный федеральный округ (5,5 %);

– Уральский федеральный округ (2,4 %).

Страны ближнего зарубежья составили 2,7 %. Приведенные цифры наглядно демонстрируют зависимость заинтересованности респондентов от удаленности их от места предполагаемого проектирования.

Первый блок анкетирования завершается статистикой социальной активности респондентов. Здесь взгляды разделились пополам. Около 51,3 % опрошенных активно участвуют в социально значимых проектах/мероприятиях, занимаются или занимались волонтерством. Следующий этап анкетирования был посвящен ознакомленности респондентов со структурой учреждения молодежной политики – «Молодежный центр». Среди первой категории участников, жителей Ольхонского района, лишь 33,3 % опрошенных осведомлены о структуре и возможностях муниципального учреждения. Во второй категории осведомлены 38,4 % участников. Также респонденты могли отметить знакомые им центры молодежной политики, молодежные организации и объединения (рис. 6, 7).

Самым популярным ответом стал образовательный центр «Сириус» на базе олимпийской инфраструктуры в Сочи.

Региональные центры по модели «Сириуса», как территория технологий, любительского и профессионального спорта, качественного образования, культуры и социально-значимых проектов, создаются в соответствии с поручением президента России органам исполнительной власти субъектов. На программах центра дети учатся у лучших педагогов, экспертов и тренеров, встречаются с лидерами российских компаний, известными учеными, артистами, спортсменами, писателями.

На втором месте находится Международный молодежный форум «Байкал».

Форум – это площадка для самых активных и смелых, проводится в Иркутской области с 2008 г. с целью вовлечения молодежи в развитие своего муниципалитета и региона в сфере экономики, туризма, культуры, общественной жизни и возможности для молодежных инициатив. В 2023 г. в форуме приняло участие более 600 участников из России, Белоруссии, Казахстана и Узбекистана. .

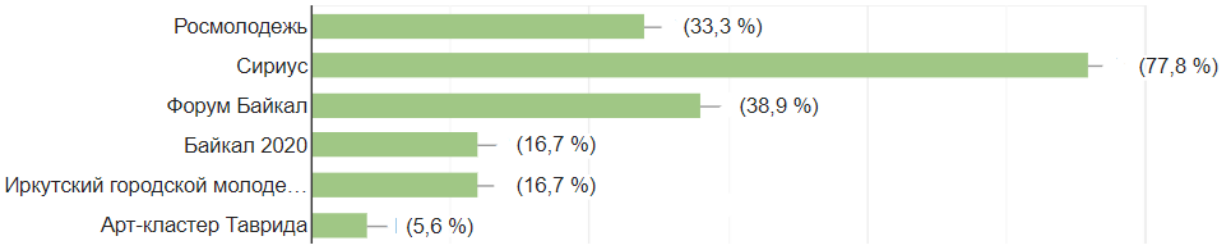


Рис. 6. Диаграмма осведомленности жителей Ольхонского района о молодежных организациях Российской Федерации

Fig. 6. Diagram of awareness of residents of the Olkhonsky district about youth organizations of the Russian Federation

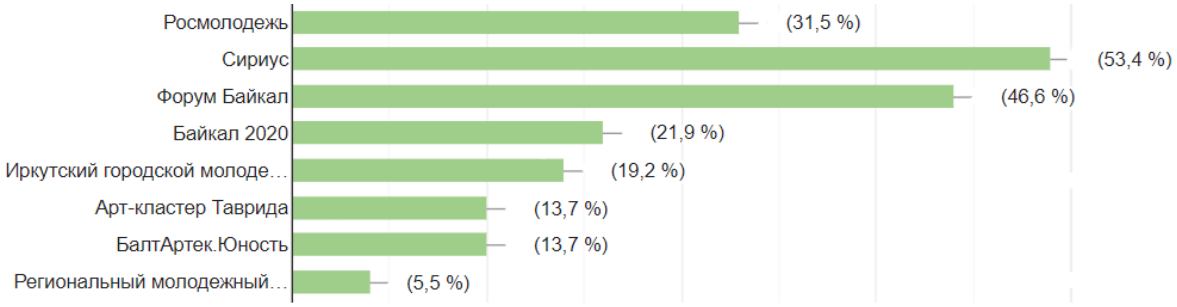


Рис. 7. Диаграмма осведомленности жителей Российской Федерации о молодежных организациях страны

Fig. 7. Diagram of the awareness of residents of the Russian Federation about youth organizations in the country

Завершает тройку лидеров Федеральная служба по делам молодежи, осуществляющая функции по оказанию государственных услуг в сфере молодежной политики.

«Росмолодежь» – организация, выполняющая функции оказания государственных услуг в области молодежной политики, реализации мероприятий, направленных на поддержание здорового образа жизни среди молодежи, нравственное и патриотическое воспитание, а также содействие профессиональной самореализации молодежи

Современные академические обсуждения и законодательные нововведения в сфере молодежной политики отражают наличие разногласий по поводу активности молодого поколения. Так, например, по мнению ряда европейских экспертов в области социологии молодежь с каждым годом все реже выбирает общественно-политическую сферу деятельности в качестве проекта инвестиции своих энергии и знаний. Научные деятели подчеркивают, что особая активность необходима на местном, муниципальном уровне. Подобную ситуацию можно увидеть в сфере развития молодежной политики в Российской Федерации. Сегодня структура деятельности молодежных и общественно-политических организаций требует повышения эффективности в сфере вовлечения молодого социально активного населения [14].

Следующий блок был разработан для оценки актуальности создания молодежного центра на территории Ольхонского района. Первая категория целевой аудитории (72,2 %) видит необходимость размещения молодежного центра в Ольхонском районе. Из них 61,1 % согласны с размещением центра в поселке Хужир на острове Ольхон. Так, жители Ольхонского района комментируют актуальность проектирования: «Я считаю, что местной молодежи нужно делать побольше интересных мероприятий для развития их талантов и способностей, а также просто для расширения кругозора, все приезжие, все временные, постоянно платишь, чтоб дети занимались творчеством», «В Еланцах есть ФОК, там большой комплекс, есть тренажеры, все бесплатно, есть ставки и жилье для тех, кто ведет кружки, музыкальная школа. Школа большая, новая. У нас только спортзал при школе, клуб и библиотека. Клуб сейчас занимают под детский сад, а куда деваться молодежи? Спортзал вечерами переполнен», «Хужир – туристическая Мекка, здесь много молодежи в туристический сезон, которые бы интересовались этим, а сходить им некуда».

Схожую статистику показывает вторая категория – молодежь страны. 61,6 % отметили необходимость центра для Ольхонского района, из них 58,8 % участников выбирают местом размещения поселок Хужир. Комментарий участника: «На острове нет мест, куда молодежь может обратиться для решения каких-либо вопросов».

«В информационной системе молодежной политики формируются и используются информационные базы в двух направлениях: информация о молодежи и информация для молодежи» [15, с. 146]. Соответственно, первое ориентировано на работу с молодежью и отвечает за обеспечение социальной защиты молодого поколения путем предоставления доступа к информации о молодежных проблемах, создания информационных баз и обеспечения сбора, обработки и анализа данных о состоянии молодой части населения. Второе направление для непосредственных пользователей информации – молодых людей. Оба эти направления могут и должны взаимодействовать, существуя в рамках одной информационной системы[5].

Также опрашиваемые отмечают: «На мой взгляд, в этом районе не развита досуговая активность, нет центра притяжения, только локальные лагеря и т. п.», «Молодежь должна быть задействована и мотивирована на будущее, на развитие своего региона и страны в целом».

Далее респонденты определили основные функции работы молодежного центра. Обе категории целевой аудитории, более 50 %, оценили необходимость множества функциональных структур: образовательной, досугового общения, стимулирования творческой деятельности, физкультурно-оздоровительной, развлекательной, информационно-методической.

Опрашиваемые Ольхонского района оценили актуальность функции досугового общения (38,9 %), цель функции – образование в свободном, нерегламентированном диалоге (рис. 8). Программа может быть осуществлена в рамках просветительской деятельности образовательного учреждения в группах дополнительного образования. Треть участников выбрала образовательную функцию в традиционном виде организации, 27,8 % отметили

[5]Лунева Е.В. Информационное обеспечение молодежной политики: учебное пособие. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2016. 108 с. Режим доступа: http://dspace.kgsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/4299/Лунева-ЕВ_2016_УП.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 17.11.2023)

необходимость стимулирования творческой деятельности. Опрашиваемые представители молодежи страны отдали предпочтение образовательной функции (45,8 %), затем функциям досугового общения и стимулирования творческой деятельности (рис. 9).

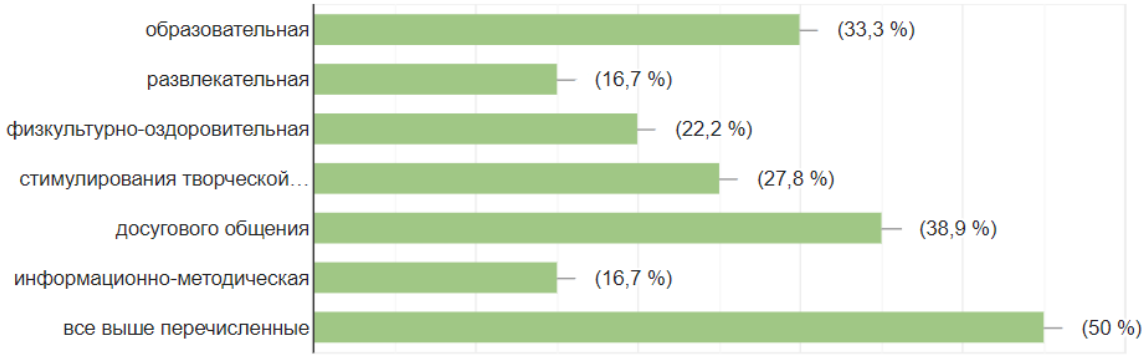


Рис. 8. Диаграмма предпочтений жителей Ольхонского района в выборе функций молодежного центра
Fig. 8. Diagram of the preferences of residents of the Olkhon district in choosing the functions of the Youth Centre

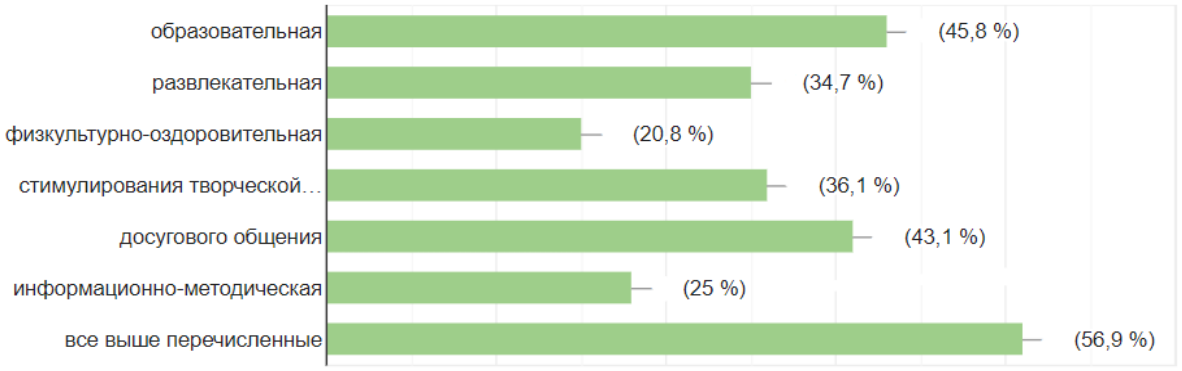


Рис. 9. Диаграмма предпочтений представителей молодежи Российской Федерации в выборе функций молодежного центра
Fig. 9. Diagram of preferences of youth representatives of the Russian Federation in choosing the functions of the Youth Centre

Блок функционального насыщения завершается выбором респондентов формата реализации функций центра. По результатам первого анкетирования большая часть опрашиваемых (83,3 %), отдает предпочтение творческим мастерским (рис. 10).

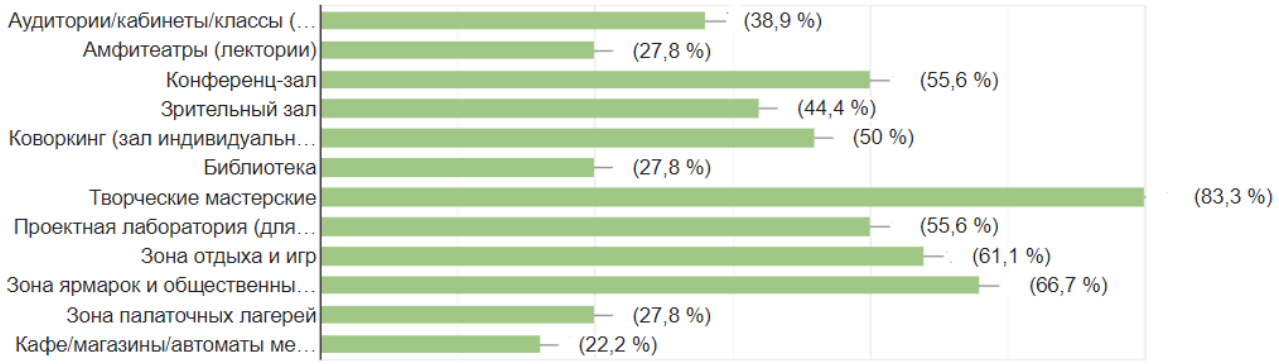


Рис. 10. Диаграмма предпочтений респондентов по функциональному содержанию молодежного центра (выбор жителей Ольхонского района)
Fig. 10. Diagram of respondents' preferences for the functional content of the Youth Centre (the choice of residents of the Olkhon district)

Большой интерес вызвали зоны открытых общественных мероприятий, отдыха и игр. Чуть меньше отдается предпочтение проектным мастерским (55,6 %) и конференц-залам, что особенно подходит для функции досугового общения. Наименьший интерес вызвали зоны торговли и кафе.

Второй опрос выявил важность зоны индивидуальной работы – коворкинга, творческих мастерских и зон отдыха и игр (рис. 11). В следующую категорию войдут аудитории классической образовательной функции, амфитеатры и/или лектории, проектные лаборатории.

Анкетирование завершалось вопросом, обращенным к респонденту: «Будет ли центр актуален лично для Вас?» (рис. 12). По результатам опроса местных жителей существование учреждений молодежной политики является особо актуальным. Преобладающая возрастная категория участников опроса рассматривает центр как место досуга.

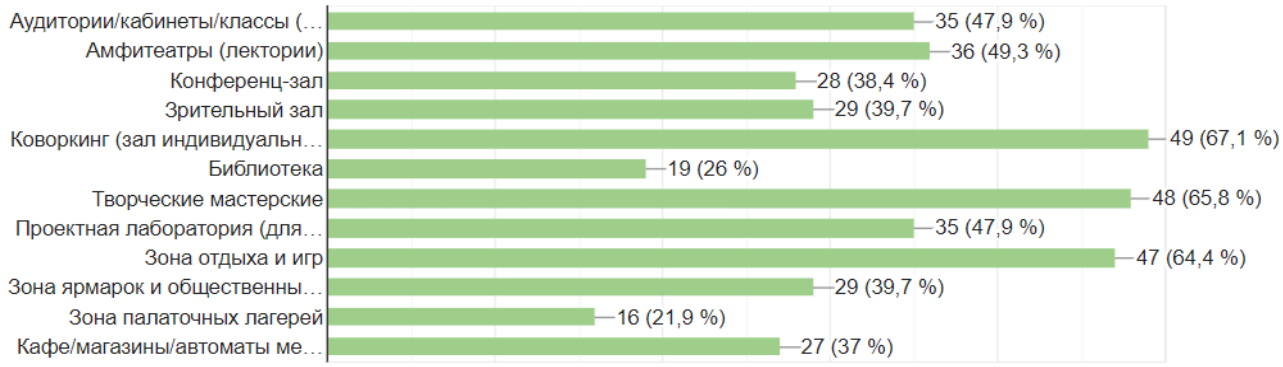


Рис. 11. Диаграмма предпочтений респондентов по функциональному содержанию Молодежного центра (выбор молодежи Российской Федерации)
Fig. 11. Diagram of respondents' preferences for the functional content of the Youth Centre (choice of youth of the Russian Federation)

Рис. 12. Диаграммы распределения ответов респондентов на вопрос об актуальности строительства молодежного центра
Fig. 12. Diagrams of the distribution of respondents' answers to the question about the relevance of the construction of a Youth Centre

Открытый творческий подход к реализации молодежных инициатив должен прослеживаться во всех сферах работы центра как в индивидуальном, так и в коллективном направлении [16, 17]. А выявить наиболее актуальные из них поможет исследование приоритетных сфер дополнительного образования[6]. По результатам на конец 2022 г. (рис. 13) на территории России самым актуальным направлением рейтинг дополнительных общеобразовательных программ сложился следующим образом: социально-гуманитарные (4), общераз-

[6]Дополнительное образование детей по Российской Федерации и субъектам Российской Федерации (итоги статнаблюдения по форме № 1-ДОП) // Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/statistics/education (дата обращения: 19.11.2023)

вивающие программы художественной направленности (5), спортивные (6) и в равной степени естественнонаучные (2) и технические (1).

В Сибирском федеральном округе (рис. 14) самым актуальным направлением стали общеразвивающие программы художественной направленности, что вовлекает более четверти обучающихся. На втором месте социально-гуманитарное направление, далее, в порядке убывания, статистика сходится с результатами по России.

Наименьшей популярностью пользуются туристско-краеведческие (3), предпрофессиональные программы в области искусств (7) и физической культуры и спорта (8).

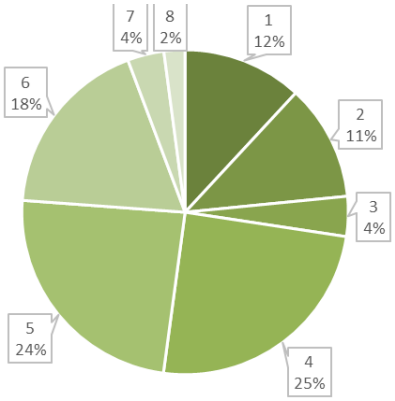


Рис. 13. Соотношение численности обучающихся по направлениям дополнительных общеобразовательных программ в возрасте 5–17 лет в 2022 г. в Российской Федерации
Fig. 13. The ratio of the number of students in the areas of additional general education programs aged 5–17 years in 2022 in the Russian Federation

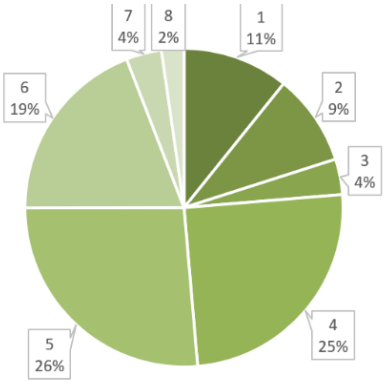


Рис. 14. Соотношение численности обучающихся по направлениям дополнительных общеобразовательных программ в возрасте 5–17 лет в 2022 г. в Сибирском федеральном округе
Fig. 14. The ratio of the number of students in the areas of additional general education programs aged 5–17 years in 2022 in the Siberian Federal District

Для грамотного формирования планировки территории и размещения молодежного культурно-досугового центра в поселке Хужир был проанализирован ряд объектов отечественного и зарубежного опыта. Опираясь на результаты соцопросов, учитывались здания с молодежной спецификой и просветительской направленностью, которые наиболее полно будут соответствовать потребностям целевой аудитории (рис. 15).

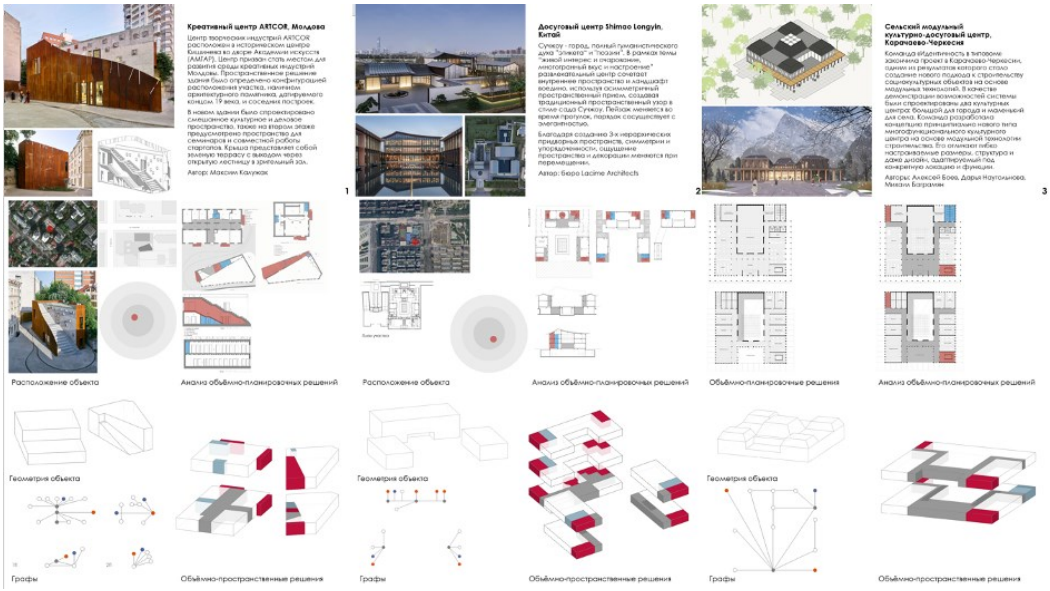


Рис. 15. Фрагмент архитектурно-пространственного анализа
Fig. 15. Fragment of architectural and spatial analysis

Подбор примеров проводился по следующим критериям: расположение в сельской (пригородной) местности, учет сейсмической безопасности, применение натуральных материалов, объединение нескольких планировочных структур в объемно-пространственной композиции объекта, молодежная направленность, образовательное назначение и т. д.

Многофункциональный комплексный подход требует интеграции разных планировочных структур, учитывающих особенности каждого рода деятельности и группы посетителей. Размещение центра в сельской местности располагает к выделению нескольких функциональных блоков, их связь в единое пространство посредством коммуникаций и небольшую этажность.

Функциональное зонирование центра, четкое управление движением людских потоков, а также продуманное структурирование маршрутов, способствуют ясному определению границ различных сегментов. Здесь важно подчеркнуть, что многофункциональный центр для социально активной молодежи должен сохранять гибкость и возможность адаптации к различным видам деятельности в зависимости от предпочтений местного населения или тенденций в сфере общественно-политической деятельности [18].

Рассматривая результаты статистических данных необходимого функционального насыщения и архитектурно-пространственной организации молодежного центра, можно сразу определить вид планировочной композиционной схемы здания и набор помещений для каждого блока.

Так, для конференц-зала используется зальная планировочная схема. Такие помещения предполагают проведение конференций, лекций, дискуссий, круглых столов и т. д., для которых необходимо акустически, функционально, архитектурно и пространственно способствовать созданию здорового диалога между дискутирующими и слушателями. Второй блок включает помещения для просвещения и образования, организации занятий дополнительного образования, таковые должны способствовать концентрации познающего и изоляции внешний помех.

Система учебных аудиторий предусматривает коридорную схему коммуникаций. Вспомогательный блок индивидуальной работы и проектных мастерских должен транслировать открытую, доступную среду для творчества и саморазвития, для этого подойдет центрическая планировочная композиционная схема здания. Также рассматривается блок вне границ центра, пространства для культурно массового времяпрепровождения, которые могу совмещать открытые площадки, сцену, трибуны, способные вмещать необходимое количество людей без вреда для их физического или психического состояния в экологическом контексте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, остается особо важным вопрос создания учреждения молодежной политики в поселке Хужир на острове Ольхон – молодежного культурно-досугового центра. Создание молодежных центров сегодня – это проявление социального развития, явление времени.

Тенденция проявляется как в теории, так и на практике [19]. Важнейшим индикатором курса реализуемой молодежной политики в Российской Федерации выступает сама молодежь.

Что выделяет организацию молодежной политики в муниципальных образованиях? В первую очередь индивидуальная организация структуры и решение серий значимых проблемных задач. Помочь в данной области может активная работа с российской молодежью, местными жителями и администрацией муниципалитета [16].

Результат проведенного социологического опроса молодых россиян демонстрирует необходимость принятия комплекса мер, которые смогут ответить на вопрос: «Как поспособствовать повышению эффективности реализации государственной молодежной политики?».

Комплексное исследование позволяет сформировать рекомендации для самых разных видов населенных пунктов в строительстве молодежных центров с необходимыми функциональными блоками, композиционными и объемно-планировочными решениями [20]. Молодежный центр должен способствовать социализации молодого поколения, на базе центра должны функционировать кружки и секции различной направленности в зависимости от нужд целевой аудитории [21].

Этому должны помогать все факторы: от выбора образовательной программы до организации архитектурно-пространственных решений. Для гостей острова центр может стать местом проведения молодежных форумов, конференций, выставок, театральных и музыкальных мероприятий.

Новое молодежное общественное пространство может стать эффективной площадкой для решения проблем вовлечения молодежи в общественную и культурную жизнь

региона и страны [22–24]. Создание многофункциональных молодежных центров в субъектах страны, особенно в муниципалитетах, есть современный подход к организации учреждений молодежной политики в России. Наряду с уже действующими системами такой объект способен стать важным инструментом по повышению эффективности реализации молодежной политики и решении стратегических задач, таких как удовлетворение потребностей молодежи, актуализация перспектив для личностного и профессионального развития, формирование мотивации, субъектности, гражданственности [25].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кутузова А.С., Рыбникова В.Ю., Цыбакин С.В. Проектирование многофункционального общественного центра для сельского населенного пункта // Современная наука: актуальные вопросы и достижения в эпоху трансформационных процессов. Сб. статей по материалам 74-ой Всеросс. (национальной) науч.-практ. конф. (г. Караваево, 26 января 2023 г.). Караваево, 2023. С. 114–120. EDN: GWRYTY.
2. Дрожжинов В.И. Многофункциональный центр: от центра предоставления услуг к центру решения проблем граждан // Интернет и современное общество (IMS-2011). Труды XIV Всеросс. объединенной конф. (г. Санкт-Петербург, 12–14 октября 2011 г.). Санкт-Петербург, 2011. С. 176–182. EDN: TKMIXR.
3. Дружинина И.Е. Театрально-культурный центр «Ольхон» на озере Байкал // Проект Байкал. 2013. № 37-38. С. 140–141. https://doi.org/10.7480/projectbaikal.37-38.616.
4. Рябинина О.В., Пономаренко Е.А. Особенности рекреационных территорий острова Ольхон (озеро Байкал) // Евразийский союз ученых. 2015. № 10-3 (19). С. 79–82. EDN: VBGYRP.
5. Большаков А.Г. Ландшафтно-градостроительный подход к проблемам туристического освоения Байкала // Архитектура и строительство России. 2017. № 1 (221). С. 45–52. EDN: YMVHMX .
6. Большаков А.Г., Скрябин П.В. Проблемы, принципы и методы градостроительной организации территории Приольхонья // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. Т. 10. № 1 (32). С. 140–151. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2020-1-140-151. EDN: RWCTKJ.
7. Князева И.В., Сапрыкина А.Н. Формирование комплексного подхода к организации многофункциональных культурных центров в малых городах // Креативная экономика. 2015. Т. 9. № 10. С. 1291–1308. https://doi.org/10.18334/ce.9.10.2063. EDN: UYFPIR.
8. Еремеева Н.С. «Мыс Бурхан». Конкурс концепций обустройства парка природы и прилегающих территорий // Проект Байкал. 2017. № 52. С. 86–89. https://doi.org/10.7480/projectbaikal.52.1171.
9. Данилова Т.П. Особенности средового дизайна на особо охраняемых природных территориях (на примере мыса Бурхана на острове Ольхон) // Перспективы развития фундаментальных наук. Сб. трудов XV Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. В 7 томах (г. Томск, 24–27 апреля 2018 г.). Томск, 2018. Т. 6. С. 147–149. EDN: YOJVXV.
10. Хромешкин В.М., Дагданова И.Б., Козлов В.В. Архитектурно-планировочное развитие прибрежных территорий на озере Байкал: по материалам Междунар. семинара ИРГТУ Иркутск-ТУ Вена // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2013. № 2 (5). С. 225–232. EDN: RVEGUB.
11. Носкова О.С. Региональная молодежная политика на современном этапе: тенденции и механизмы реализации // Матрица научного познания. 2019. № 3. С. 129–142. EDN: RWKQRP.
12. Просвирина Н.В., Тихонов А.И., Куликов С.П. Организация дополнительного образования молодежи как инструмент формирования нового поколения // Московский экономический журнал. 2018. № 3. С. 316–323. EDN: YHKKKT.
13. Барсукова Н.И., Жукова И.В. Многофункциональные комплексы как одна из тенденций организации современной комфортной среды // Манускрипт. 2021. Т. 14. № 11. С. 2446–2449. https://doi.org/10.30853/mns210417. EDN: HTBIOJ.
14. Никипорец-Такигава Г.Ю., Отюцкий Г.П., Родионова М.Е. Об актуальности исследования эффективности реализации государственной молодежной политики в Российской Федерации // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. 2017. Т. 7. № 6 (30). С. 36–40. EDN: ZVFYPT.
15. Назаева М.И. Организация работы с молодежью в информационном обществе // Теория и практика организации работы с молодежью: сб. материалов Всеросс. науч.-практ. конф. (г. Ростов-на-Дону, 09 апреля 2021 г.). Ростов-на-Дону, 2021. С. 143–147. EDN: WYIBTC.
16. Самохвалов Н.А. Молодежные многофункциональные центры как инновационный механизм реализации государственной молодежной политики в Российской Федерации на современном этапе // Вестник Забайкальского государственного университета. 2016. Т. 22. № 10. С. 67–72. https://doi.org/10.21209/2227-9245-2016-22-10-67-72. EDN: XSTWOD.
17. Stepanova E.V., Rozhkova A.V. The Role of Socio-Cultural Institutions in The Education of Young People in Rural Territories // Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology. 2020. Vol. 9. Iss. 3 (32). P. 248–252. https://doi.org/10.26140/anip-2020-0903-0057. EDN: JUPDDO.

18. Афанасьева В.Ю. Особенности проектирования многофункциональных культурно-просветительских центров // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2023. № 2 (160). С. 117–121. EDN: DJYXRZ.
19. Нагаева З.С., Мосякин Д.С. Актуальность создания системы молодежных центров // Строительство и техногенная безопасность. 2018. № 13 (65). С. 35–45. EDN: ZISCIP.
20. Пармаксыз В.А. Особенности проектирования многофункциональных деловых центров // Наука молодых – будущее России: сб. науч. статей 7-й Междунар. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых (г. Курск, 12–13 декабря 2022 г.). Курск, 2022. Т. 4. С. 444–446. https://doi.org/10.47581/2022/ML-71/Parmakciz.01. EDN: VXOGCH.
21. Бондарева Н.И., Лебедева М.А. Особенности проектирования многофункциональных культурно-досуговых центров // Матрица научного познания. 2023. № 9-2. С. 299–306. EDN: JIBOYO.
22. Иванова Е.В., Жуковский А.А. Многофункциональные молодежные центры // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2019. № 4 (36). С. 25–33. https://doi.org/10.15593/2409-5125/2019.04.03. EDN: XSMCWQ.
23. Ngai N.P., Cheung Ch.K. Participation in Youth Center Activities. A Sequential Specificity Approach // Youth and Society. 1997. Vol. 29. Iss. 2. P. 238–253. https://doi.org/10.1177/0044118X97029002005. EDN: JQPEPP.
24. Zvírotský M. Youth Centers as Actors of Social Prevention // Взаимодействие преподавателя и студента в условиях университетского образования: проблемы и перспективы: сб. научных докладов, обсуждений семнадцатой Междунар. науч. конф. (г. Китен, 02–06 сентября 2017 г.). Китен, 2017. С. 681–686. EDN: ZBEYDB
25. Levchenko N., Isachenko V., Morhai L., Koliada N., Polishchuk N. Youth Work in a Higher Education Institution: Formation and Prospects of Development // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 319. P. 1242–1249. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85540-6_159. EDN: ZENPRS.

REFERENCES

1. Kutuzova A.S., Rybnikova V.Yu., Tsybakin S.V. Design of a Multifunctional Public Center for a Rural Settlement. In: *Sovremennaya nauka: aktual''nye voprosy i dostizheniya v epokhu transformatsionnykh protsessov. Sbornik statei po materialam 74-i Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii = Modern Science: Current Issues and Achievements in The Era of Transformation Processes. Collection of Articles Based On the Materials of The 74th All-Russian (National) Scientific and Practical Conference.* 26 January 2023, Karavaevo. Karavaevo; 2023, p. 114-120. (In Russ.). EDN: GWRYTY.
2. Drozhzhinov V.I. E-Government One-Stop-Shop: From E-Services Provider to Citizens' Personal Problems Solver. In: *Internet i sovremennoe obshchestvo (IMS-2011). Trudy XIV vserossiiskoi ob''edinennoi konferentsii = Internet and Modern Society (IMS-2011). Proceedings of The XIV All-Russian Joint Conference.* 12–14 October 2011, Saint Petersburg. Saint Petersburg; 2011, p. 176-182. (In Russ.). EDN: TKMIXR.
3. Druzhinina I.E. Theatrical and Cultural Center "Olkhon" on Lake Baikal. *Proekt Baikal = Project Baikal.* 2013;37-38:140-141. (In Russ.). https://doi.org/10.7480/projectbaikal.37-38.616.
4. Ryabinina O.V., Ponomarenko E.A. Features of the Recreational Areas of Olkhon Island (Lake Baikal). *Evraziiskii soyuz uchenykh = Eurasian Union of Scientists*. 2015;10-3(19):79-82. (In Russ.). EDN: VBGYRP.
5. Bolshakov A.G. Landscape Regional Planning Approach to Baikal Tourism Development Challenges. *Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii = Architecture and Construction of Russia*. 2017;1(221):45-52. (In Russ.). EDN: YMVHMX .
6. Bolshakov A.G., Skryabin P.V. Urban Development of the Near-Olkhon Territory: Problems, Principles and Methods. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost´ = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2020;10;1(32):140-151. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2020-1-140-151. EDN: RWCTKJ.
7. Knyazeva I.V., Saprykina A.N. The Formation of Integrated Approach to The Organization of Multipurpose Cultural Centers in Small Cities. *Kreativnaya ekonomika = Creative Economy*. 2015;9;10:1291-1308. (In Russ.). https://doi.org/10.18334/ce.9.10.2063. EDN: UYFPIR.
8. Eremeeva N.S. The Ideas Competition for Development of the Burkhan Cape Natural Park and the Adjoining Territories. *Proekt Baikal = Project Baikal.* 2017;52:86-89. (In Russ.). https://doi.org/10.7480/projectbaikal.52.1171.
9. Danilova T.P. Features of Environmental Design in Specially Protected Natural Areas (Using The Example of Cape Burkhan on Olkhon Island). In: *Perspektivy razvitiya fundamental''nykh nauk. Sbornik trudov XV mezhdunarodnoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. v 7 tomakh = Prospects for the Development of Basic Sciences. Collection of proceedings of the XV International Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists. In 7 volumes*. 24–27 April 2018, Tomsk. Tomsk; 2018, vol. 6,

p. 147-149. (In Russ.). EDN: YOJVXV.
10. Khromeshkin V.M., Dagdanova I.B., Kozlov V.V. Architect-Planning Development of Coastal Territories on Lake Baikal: Based on the Materials of International Workship of ISTU Irkutsk-TU Vienna. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost´ = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2013;2(5):225-232. (In Russ.). EDN: RVEGUB.
11. Noskova O.S. Regional Youth Policy at The Present Stage: Trends and Implementation Mechanisms. *Matritsa nauchnogo poznaniya = Matrix of Scientific Knowledge*. 2019;3:129-142. (In Russ.). EDN: RWKQRP.
12. Prosvirina N.V., Tikhonov A.I., Kulikov S.P. Organization of Additional Education of Youth as Instrument of Formation of New Generation. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal = Moscow Economic Journal.* 2018;3:316-323. (In Russ.). EDN: YHKKKT.
13. Barsukova N.I., Zhukova I.V. Multifunctional Complexes as One of the Trends in The Organization of Modern Comfortable Environment. *Manuskript = Manuscript*. 2021;14;11:2446-2449. (In Russ.). https://doi.org/10.30853/mns210417. EDN: HTBIOJ.
14. Nikiporets-Takigawa G.Yu., Otutsky G.P., Rodionova M.E. About The Actuality of Studying the Efficiency of the Implementation of State Youth Policy in The Russian Federation. *Gumanitarnye nauki. Vestnik Finansovogo universiteta = Humanities and Social Sciences. Bulletin of the Financial University.* 2017;7;6(30):36-40. (In Russ.). EDN: ZVFYPT.
15. Nazaeva M.I. Organization of Work with Youth in The Information Society. In: *Teoriya i praktika organizatsii raboty s molodezh"yu: sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Theory and Practice of Organizing Work with Youth: Collection of Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference.* 09 April 2021, Rostov-on-Don. Rostov-on-Don; 2021, p. 143-147. (In Russ.). EDN: WYIBTC.
16. Samokhvalov N.A. Youth Centres, As an Innovative Mechanism of the State Youth Policy Realization in The Russian Federation at The Present Stage. *Vestnik Zabaikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Transbaikal State University Journal.* 2016;22;10:67-72. (In Russ.). https://doi.org/10.21209/2227-9245-2016-22-10-67-72. EDN: XSTWOD.
17. Stepanova E.V., Rozhkova A.V. The Role of Socio-Cultural Institutions in The Education of Young People in Rural Territories. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*. 2020;9;3(32):248-252. https://doi.org/10.26140/anip-2020-0903-0057. EDN: JUPDDO.
18. Afanasieva V.Yu. Features of the Design of Multifunctional Cultural and Educational Centers. *Vestnik Donbasskoi natsional'noi akademii stroitel'stva i arkhitektury = Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*. 2023;2(160):117-121. (In Russ.). EDN: DJYXRZ.
19. Nagaeva Z.S., Mosyakin D.S. The Urgency of Creating a System of Youth Centers. *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost' = Construction and Industrial Safety.* 2018;13(65):35-45. (In Russ.). EDN: ZISCIP.
20. Parmaksyz V.A. Features of the Design of Multifunctional Business Centers. In: *Nauka molodykh – budushchee rossii: sbornik nauchnykh statei 7-i mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii perspektivnykh razrabotok molodykh uchenykh = Young Science – The Future of Russia: Collection of Scientific Articles of The 7th International Scientific Conference on Advanced Developments of Young Scientists.* 12–13 December 2022, Kursk. Kursk; 2022, vol. 4, p. 444-446. (In Russ.). https://doi.org/10.47581/2022/ML-71/Parmakciz.01. EDN: VXOGCH.
21. Bondareva N.I., Lebedeva M.A. Features of the Design of Multifunctional Cultural and Leisure Centers. *Matritsa nauchnogo poznaniya = Matrix of scientific knowledge.* 2023;9-2:299-306. (In Russ.). EDN: JIBOYO.
22. Ivanova E.V., Zhukovsky A.A. Multifunctional Youth Centers. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika = Bulletinof Perm National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urban Development.* 2019;4(36):25-33. (In Russ.). https://doi.org/10.15593/2409-5125/2019.04.03. EDN: XSMCWQ.
23. Ngai N.P., Cheung Ch.K. Participation in Youth Center Activities. A Sequential Specificity Approach. *Youth and Society*. 1997;29;2:238-253. https://doi.org/10.1177/0044118X97029002005. EDN: JQPEPP.
24. Zvírotský M. Youth Centers as Actors of Social Prevention. In: Vzaimodeistvie prepodavatelya i studenta v usloviyakh universitetskogo obrazovaniya: problemy i perspektivy: sbornik nauchnykh dokladov, obsuzhdenii semnadtsatoi Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii = Interaction Between Teacher and Student in University Education: Problems and Prospects: Collection of Scientific Reports, Discussions of The Seventeenth International Scientific Conference. 02–06. September 2017, Kiten. Kiten; 2017, p. 681-686. EDN: ZBEYDB.
25. Levchenko N., Isachenko V., Morhai L., Koliada N., Polishchuk N. Youth Work in a Higher Education Institution: Formation and Prospects of Development. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022;319:1242-1249. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85540-6_159. EDN: ZENPRS.

Информация об авторах

Большаков Андрей Геннадьевич,
доктор архитектуры, профессор,
заведующий кафедрой архитектурного проектирования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: andreybolsh@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0003-0805-7207
Author ID: 657812

Дружинина Инна Евгеньевна,
профессор кафедры архитектурного проектирования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: irk.allegro.id@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-0602-4364
Author ID: 728329

Саакян Каринэ Давидовна,
студент,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉e-mail: karakarida@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-4167-4704
Author ID: 1221284

Information about the authors

Andrey G. Bol'shakov,
Doctor of Architecture, Professor,
Head of the Department of Architectural Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: andreybolsh@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0003-0805-7207
Author ID: 657812

Inna E. Druzhinina,
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
https://orcid.org/0000-0003-0602-4364
Author ID: 728329

Karine D. Saakian,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
✉e-mail: karakarida@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-4167-4704
Author ID: 1221284

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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.

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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 13.02.2024.
Одобрена после рецензирования 26.02.2024.
Принята к публикации 28.02.2024.

Information about the article

The article was submitted 13.02.2024.
Approved after reviewing 26.02.2024.
Accepted for publication 28.02.2024.

Научная статья
УДК 72.036+571.53
EDN: IWWETQ
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-383-397

Иркутский регионализм как течение архитектуры советского модернизма

Н.С. Еремин[1]✉, М.В. Золотарева[2]
[1,2]Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В данной статье исследуются памятники иркутского советского модернизма и раннего постмодернизма, с целью выявить их идентичность и особенности, определить значение этих сооружений для конкретной урбанистической ситуации столицы Восточной Сибири, а также для истории современной архитектуры как науки. Исследование проводилось с помощью обработки ряда библиографических источников, проведения натурного обследования объектов названных стилистических периодов и непосредственного общения с авторами рассматриваемых зданий и другими гражданами г. Иркутска в форме интервью. Помимо привлечения внимания к актуальным проблемам культурной значимости, объективной оценки и современного вида наследия второй половины XX в., следует отметить ставшее возможным уточнение хронологических рамок основных этапов становления современной застройки города и научное определение сформировавшегося одновременно с ней термина иркутский регионализм. В ходе разработки темы удалось доказать, что ответом на вызовы современности поздних советских лет стал узнаваемый пласт пусть и несколько прорывающей старинную ткань городской среды г. Иркутска, но притом вновь собирающей оную для функционального устремления в будущее архитектуры, которая, имея под собой индустриальное начало, оставалась тем не менее авторской, а зачастую даже бескомпромиссной в доктринах, талантливо определенных В.А. Павловым и его учениками, поддержавшими начинания уже в последующей эпохе постмодернизма.

Ключевые слова: советский модернизм, ранний постмодернизм, иркутский регионализм, брутализм, архитектор В.А. Павлов

Для цитирования*:* Еремин Н.С., Золотарева М.В. Иркутский регионализм как течение архитектуры советского модернизма // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 383–397. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-383-397. EDN: IWWETQ.

Благодарности: автор выражает особую благодарность гражданам г. Иркутска: журналисту-архитектуроведу Жуковой Татьяне Петровне за консультационную помощь в подготовке статьи, а также архитектору Бадула Олегу Борисовичу – за предоставление проектных материалов и экспертную оценку исторических сведений.

Original article

Irkutsk regionalism as a trend of Soviet modernism

Nikita S. Eremin[1]✉, Milena V. Zolotareva[2]
[1,2]Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia.

Abstract: The article investigates the monuments of Irkutsk Soviet modernism and early postmodernism in order to reveal their identity and peculiarities, to determine the significance of these structures for the specific urban environment of the Eastern Siberian capital, as well as for the history of modern architecture as a research discipline. The research involved a review of bibliographic sources, a full-scale survey of objects belonging to the mentioned periods, and in-person interviews with the architects of the buildings under study and other Irkutsk citizens. Along with attracting interest to the urgent problems of cultural significance, objective assessment, and modern appearance of the heritage of the second half of the 20th

century, the authors clarified the chronological framework of the main stages in the development of the modern city and provided a scientific definition of the Irkutsk regionalism term. As a result, it was established that the response to the challenges of the late Soviet years became a recognizable architectural segment, which, although rapturing the fabric of historical urban environment, reassembles it for functional aspiration for the future. The Irkutsk architecture, having an industrial beginning, has nevertheless remained authorial, and even uncompromising in the doctrines of Vladimir A. Pavlov and his followers, who supported his initiatives in the following era of postmodernism.

Keywords: Soviet modernism, early postmodernism, Irkutsk regionalism, brutalism, architect V.A. Pavlov

For citation: Eremin N.S., Zolotareva M.V. Irkutsk regionalism as a trend of Soviet modernism. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2): 383-397. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-383-397. EDN: IWWETQ.

Acknowledgements: The author expresses special gratitude to the citizens of Irkutsk: architectural journalist T.P. Zhukova for her consulting assistance in preparing the article, as well as architect O.B. Badula for providing project materials and expert assessment of historical information.

ВВЕДЕНИЕ

Советский модернизм как одна из основных эпох в недавней истории отечественной архитектуры берет свое начало с 1960-х и продолжается до ранних 2000-х г.

Однако в глубоких исследованиях, авторы которых принимают за отправную точку современного формообразования значительно более ранние открытия Революционного авангарда, указанный период трактуется уже как неомодернизм 60–70-х и позднейший неонеомодернизм.

Не теряя первоначальной энергичности, даже на долгом и прерывистом пути развития, характеризуемом тремя представленными выше волнами, подход мастера к объекту становился мягче, свободнее от радикальной риторики, практичней и взвешенней [1]. Полноценное изучение этого своеобразного «Советского Ренессанса» не обойдется без рассмотрения Иркутской школы и творческого пути Владимира Азариевича Павлова, как ее основоположника.

Наследие мастера, который прибыл из г. Ленинграда в столицу Восточной Сибири ищущим судьбу выпускником Института им. Репина, а оставил ее председателем правления регионального Союза архитекторов – явление уникальное и особенно интересное прежде всего узнаваемостью своих харизматических черт. Черт, с наибольшей ясностью проступивших к сегодняшнему дню в лишенной целостности, индоктринированной среде нынешнего российского города. Но вместе с тем, открытая В.А. Павловым формула успеха проста и способна существовать вне времени – это функционально качественная и самостоятельная архитектура.

Ведь феномен иркутского регионализма зиждется как на материалах российского наследия, супрематизма и конструктивизма, так и на абсолютно прозаичных составляющих, вроде официальных требований сборности, скудности выразительных средств, сурового климата.

Но большинство этих ограничений и недостатков В.А. Павлов умело трансформировал до достоинств возводимых им и под его руководством сооружений, в чем – по словам коллег – находил главное вдохновение, смысл своей работы, и в чем они теперь, спустя десятилетия и кардинальные перемены жизни страны, видят основную силу его таланта [2].

МЕТОДЫ

Теоретическая часть исследования представляет собой последовательное рассмотрение ряда построек из их репрезентативной выборки, собранной по принципам архитектурной выразительности, социальной значимости и передовых технологических решений.

Практическая часть исследования направлена на аудиторную работу с представителями архитектурного и научного сообщества и другими гражданами г. Иркутска. Это дало возможность разработки вопросов, касающихся нынешнего состояния и перспектив будущего описываемых памятников.

Обсуждение полученных результатов привело к бесспорному выводу: В.А. Павлов фактически провел г. Иркутск по, не лишенному драматизма, пути от зарождавшегося (и зачастую спасавшего город от безликой типовой застройки) до зрелого модернизма, составившего уже определенную философию рационализма в распоряжении отпущенными на проектирование и строительство ресурсами,

имеющую главной целью за минимум средств создать максимум благ для человека.

Человека советского – и тем, как многим сегодня покажется, ограниченного – но обладавшего еще не искалеченным социальными потрясениями чувством здравого смысла и собственного достоинства, помноженными на самодостаточность и целеустремленность. Дополнение этих лучших черт своего периода соответственно качественной архитектурой было предметом редкого таланта и делом жизни Владимира Азариевича Павлова [3].

Однако даже при относительной признанности и сохранности отдельных зданий, доля Павловского пласта брутализма, как и самого автора, в условиях текущего состояния общественных установок и ценностей, тяжела.

Ощутимый прогресс (на который образцы раннего иркутского постмодернизма подают вполне убедительные надежды) возможен только тогда, когда способность отличать высокую квалификацию и творческую последовательность будет стоять выше, чем бездушно-фрагментарная подражательность, когда по достоинству будут ценить богатое историческое наследие, которое должно возобладать в массовом культурном сознании и в действительном взаимодействии между народом, предпринимательством и государственной властью.

Наиболее характерные объекты исследования

За четверть века неустанной работы, в которую помимо руководства мастерской входила деятельность преподавателя и основоположника архитектурного отделения в Политехническом институте, В.А. Павлов создал более пятидесяти построек в г. Иркутске и области. Они представлены на общем плане города, на котором также выделены важнейшие объекты иркутского модернизма, краткое, но тезисное знакомство с которыми, предлагается сразу после генплана (рис. 1).

Жилые здания

Первым, и сразу же удачным, опытом будущего иркутского мэтра стали расположенные по ул. Горького дома для коллектива Института редких и цветных металлов («Иргиредмета») (рис. 2).

Уже к 1965 г. в Восточной Сибири были разработаны и успешно применены такие актуальные, даже в классе элитарного жилья, решения, как организация связи улицы с дворовым пространством под приподнятым сваями над землей корпусом, сдвижная блокировка секций и компоновка плана с двумя большими квартирами на лестничную площадку.

Заказы на аналогичные комплексы жилья поступили из множества государственных структур, а на следующий год молодой «Иркутскгражданпроект» получил на юго-востоке города отдельный крупный участок под строительство экспериментального микрорайона.

В градостроительном отношении перспективы микрорайона Байкальского оправдались полностью, так как к нашему времени, в условиях плотной застройки, его местоположение является более чем выгодным за счет равной доступности как исторического центра, в направлении которого открываются авиационные ворота региона, так и выхода на важнейшую и оживленную транспортную артерию, соединяющую город с весьма интересным и населению, и туристам сельским поясом у самого побережья о. Байкала и истока р. Ангары [4].

Микрорайон имеет простую, четкую и, составляющую элегантную супрематистскую композицию, планировочную структуру. Состоит из трех жилых групп по типовым проектам, школы и трех детских садов-яслей. Четвертая же группа жилых домов, выходящая на перекресток городских магистралей (ул. Байкальская и Ширямова), застраивалась по индивидуальным проектам. Там располагаются основные общественные и культурно-бытовые пространства, нетипичные жилые единицы, проектирование которых – как относительно свободный поиск функционально и эргономически передовых для г. Иркутска концепций – велось впоследствии В.А. Павловым, В.Ф. Бух, С.М. Григорьевым с неоднократными корректировками первоначально принятых решений. Следует подробнее рассмотреть самые экспериментальные дома – блоки с двухуровневыми квартирами, построенных по заказам предприятий Восточно-Сибирской железной дороги и «Востокэнергомонтаж». Одна часть, наиболее характерного, выходящего на ул. Байкальскую, корпуса, приподнята над землей колоннами и создает парадный въезд в микрорайон. В другом первый этаж занят продовольственным и промтоварным магазинами. По смелому решению авторов, вход на второй (нижний жилой) этаж осуществляется с наружной открытой лестницы [5]. Остальную территорию той самой четвертой жилой группы микрорайона Байкальского все же пришлось застроить комплексом общежитий и типовыми «девятиэтажками». Впрочем, 5- и 6-этажные блоки общежития малосемейного типа для рабочих релейного завода (В.А. Павлов в соавторстве с С.М. Григорьевым и Е.И. Григорьевой), имея более понятную аудиторию и, соответственно,

структуру, позволили качественно завершить начатую ранее композицию.

Объем общежития удачно связал два, открывающих микрорайон с ул. Байкальской, дома двухуровневых квартир с третьим, находящимся в глубине. Единство темы ясно прослеживается в формообразовании: один из блоков нависает над пешеходной зоной, кирпичные торцы четырех корпусов, смыкаясь, образуют стену, на которую опираются совмещенной кровлей легкие остекленные объемы читального и актового залов библиотеки, белые вертикальные цилиндры эвакуационных лестниц дали, наконец, убедительное звучание ритму появившихся много раньше балконных «абсид» (рис. 3).

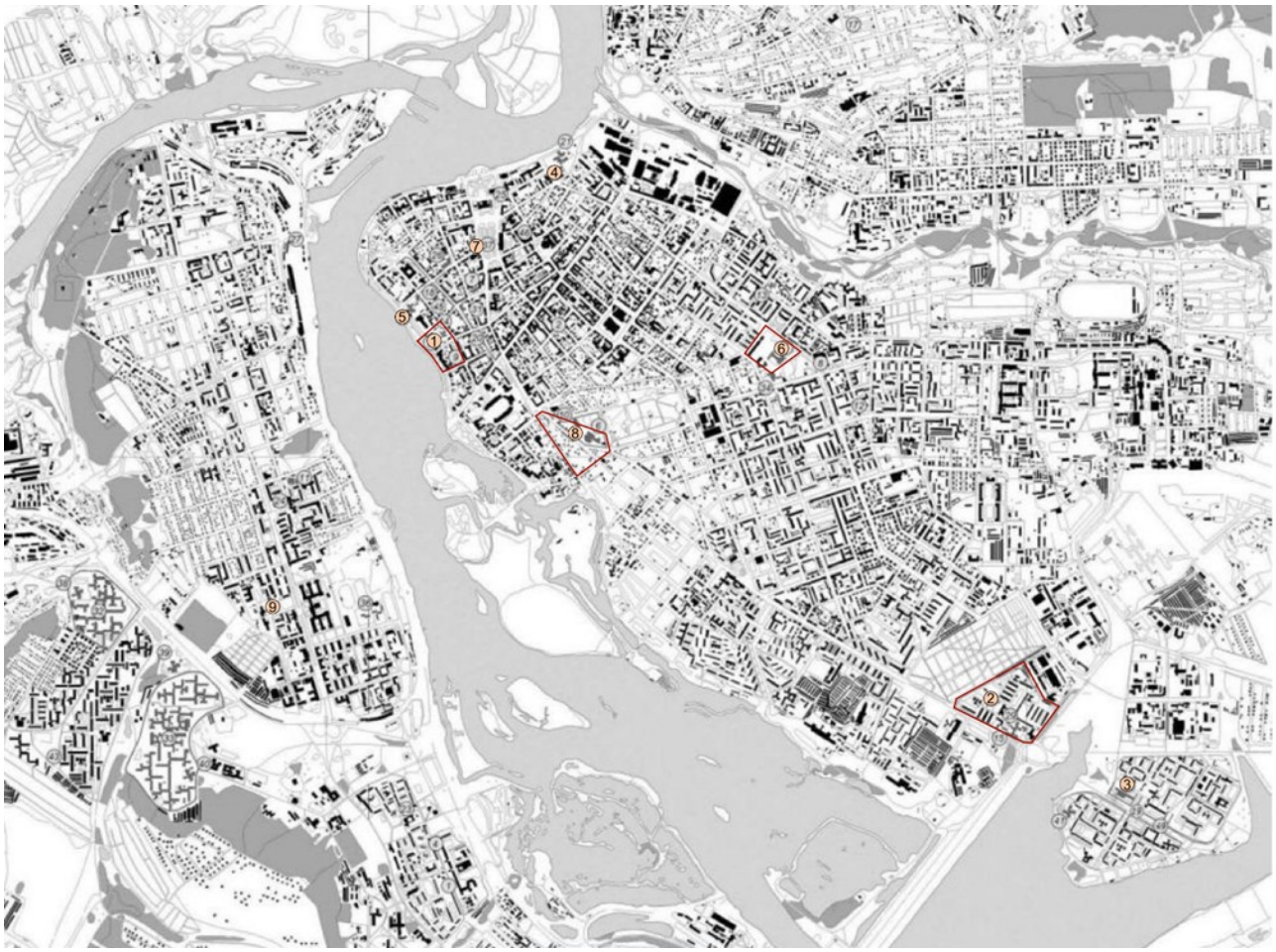


Рис. 1. Генеральный план г. Иркутска с выделением освещаемых в статье объектов: 1 – жилые дома «Иргиредмета» и Областного комитета КПСС; 2 – микрорайон Байкальский; 3 – галерейный жилой дом по пр. Маршала Жукова; 4 – комплекс общежитий Пединститута с административным блоком; 5 – жилой дом Восточно-Сибирской железной дороги на Нижней набережной р. Ангары; 6 – Дом культуры Профсоюзов с примыкающим ансамблем площади Конституции; 7 – комплекс зданий Городского комитета КПСС и Горисполкома (сохранился только блок Б); 8 – Музыкальный театр им. Н.М. Загурского с примыкающим ансамблем 130-го квартала.
(план с дополнениями автора статьи; оригинал [2, С. 15])
Fig. 1. General plan of Irkutsk, showing some most-important objects that will be discussed in this article: 1 – residential buildings of the Irgiredmet and the Regional Committee of the CPSU; 2 – BayKalsky microdistrict; 3 – gallery apartment building on Marshal Zhukov Ave.; 4 – complex of dormitories of the Pedagogical Institute with an administrative block; 5 – an apartment building of the East Siberian on the Lower Embankment of the Angara River; 6 – The House of Culture of Trade Unions with the adjacent ensemble of Constitution Square; 7 – complex of buildings of the City Committee of the CPSU and the City Executive Committee (only block B has been preserved); 8 – The Musical Theater named after N.M. Zagursky with the adjacent ensemble of the 130th quarter.
(plan with additions by the author of the article; original [2, P. 15])

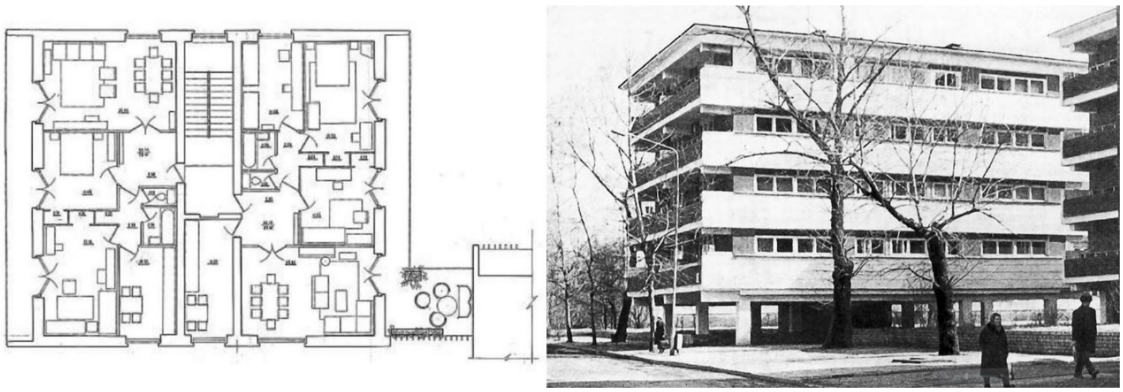


Рис. 2. Жилые дома «Иргиредмета». Оригинальный план типового этажа и фото 1970-х гг. [2, С. 29]
Fig. 2. Irgiredmet residential buildings. Original plan of standard floor and photo, taken in 1970s [2, P. 29]

Следует отметить, что знаменитые «пять принципов современной архитектуры» Ле Корбюзье оказались, при условии взвешенного и отвечающего конкретным задачам проектирования, вполне жизнеспособны и уместны даже для периферийного жилого массива в сибирском городе, не говоря уж о категории России в целом. Многолетний соратник и коллега В.А. Павлова по «Иркутскгражданпроекту» В.Ф. Бух вывел собственную формулу: «Ле Корбюзье прижился в каждом архитекторе, правда, проявляется в разной мере, в мере таланта того, в ком проявляется» [6]. Получила в г. Иркутске свое оригинальное звучание и популярная для всего мирового сообщества архитекторов-бруталистов идея галерейного жилого дома. Суть ее состояла в замене большей части вертикальных коммуникаций горизонтальными, что приводит к существенному сокращению их общей протяженности и дает ощутимый экономический эффект, заметно снижая стоимость квадратного метра жилья [7].

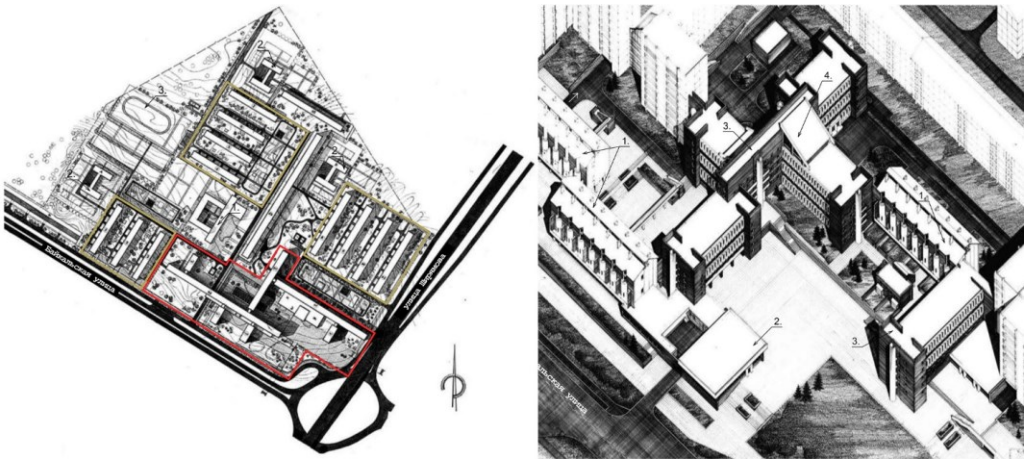


Рис. 3. Генеральный план и наиболее близкая к реализованному варианту аксонометрия микрорайона Байкальский. Генплан: 1 – средняя школа; 2 – детские сады; 3 – стадион. Красной линией выделена зона специальной застройки; желтой – типовые блоки. Аксонометрия: 1 – экспериментальные жилые дома с квартирами в двух уровнях; 2 – гастрономический магазин; 3 – корпуса общежития релейного завода на 800 мест; 4 – библиотека с панорамным остеклением (проекции с авторскими дополнениями, оригинальная графика архитекторов [2, С. 74])
Fig. 3. The master plan and the axonometry of the Baikalsky microdistrict closest to the implemented version. General plan: 1 – secondary school; 2 – kindergartens; 3 – stadium. The red line indicates a special development area; the yellow line indicates typical blocks. Axonometry: 1 – experimental residential buildings with apartments in two levels; 2 – a grocery store; 3 – dormitory buildings of a relay factory with 800 seats; 4 – a library with panoramic glazing (projections with author's additions, original graphics by architects [2, P. 74])

Спроектированный около 1980 г. В.А. Павловым в соавторстве с Н.Н. Беляковым комплекс по пр. Карл-Маркс-Штадт (ныне пр. Маршала Жукова) должен был состоять из трех блоков переменной этажности, связанных между собой общими как вертикальными, так и горизонтальными коммуникациями. Реализовать удалось, к сожалению, лишь один – но он содержит в себе подавляющее большинство предложенных в проекте решений и позволяет репрезентативно их описать (рис. 4.). Так, по удачному опыту микрорайона Байкальского была снята проблема заселения нижних этажей: у земли расположены апартаменты одноуровневые, зато с приквартирными двориками и индивидуальными выходами наружу, что делало эту площадь для многих более предпочтительной. Сами же галереи, расположенные через два этажа, выходят к вынесенным за пределы дома лифтовой шахте и двум, на весь блок, эвакуационным лестницам. Входы в квартиры размещены на данном этаже и по изолированным маршам на уровни ниже и выше. Следовательно, галерея представлена одна на три этажа. Квартиры верхних этажей двухъярусные. А массивный стилобат «Дома-корабля» составлял встроено-пристроенный гастроном, реконструированный недавно под досуговый центр (рис. 5). Время не делает для памятников иркутского брутализма исключений, и отрадно видеть хотя бы частичную сохранность их изначальной архитектурной формы до сегодняшнего дня. Однако узнаваемость в среде города, напротив, только возросла: рельефная – пусть не без повреждений – мускулатура кирпича и бетона первого галерейного блока энергично противостоит инертной глади тонированного стекла и пластика несоразмерной постройки на месте оставшихся лишь в проекте второго и третьего корпусов.

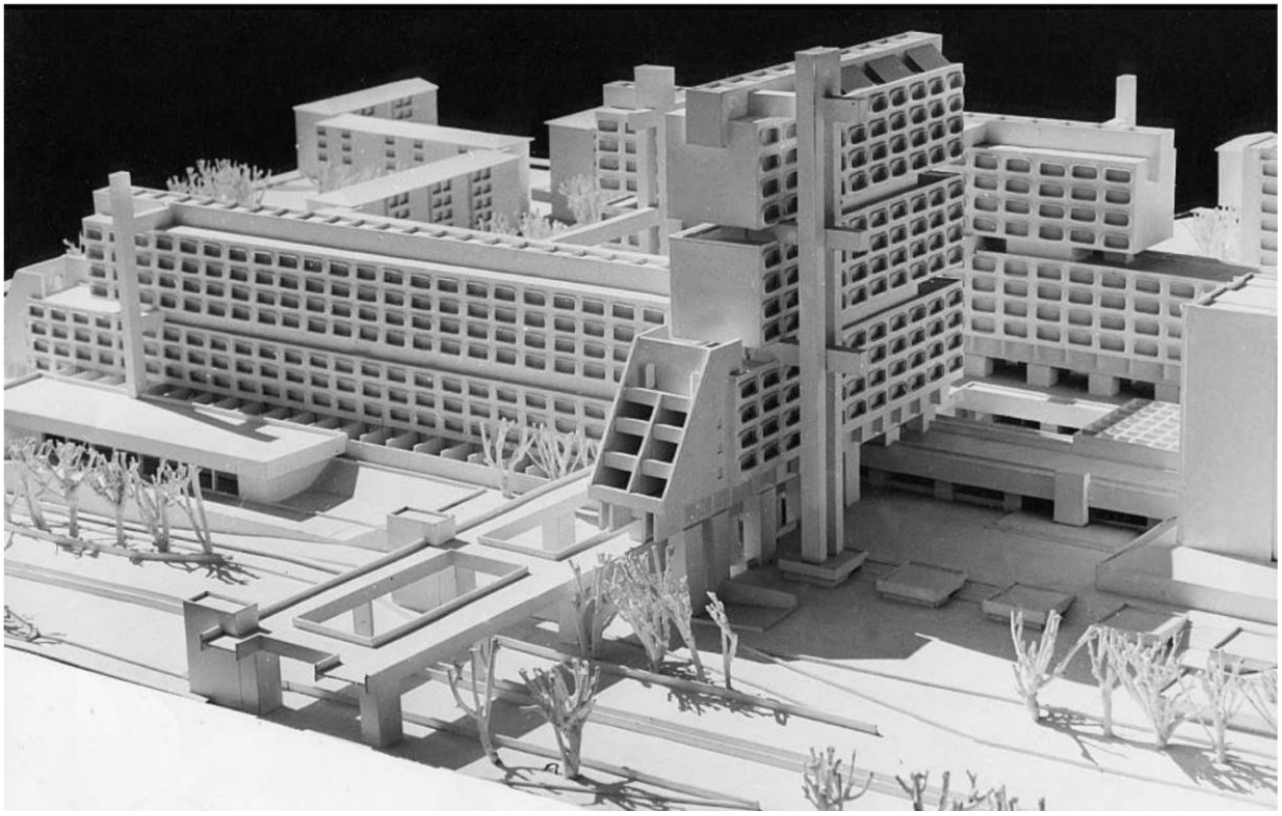


Рис. 4. Оригинальный рабочий макет [2, С. 83]
Fig. 4. Original processing model [2, P. 83]

Успешно преодолевая трудности своего века как с позиции авторской составляющей проектов, так и с точки зрения ответственности перед заказчиком в лице государственной власти, главный архитектор «Иркутскгражданпроекта» В.А. Павлов принимает поручения на проекты общежития Пединститута по Нижней набережной (совместно с С.М. Григорьевым) и Дома служащих ВСЖД уже как состоявшийся мастер (рис. 6). Эти поздние работы четко очерчивают своеобразное стилевое течение, определившееся еще при жизни своего создателя как иркутский регионализм – неповторимое по цельности и убедительности

исполнения контрастное сочетание индивидуальных и фабричных форм в объемно-конструктивном решении, которое интригует своей многогранностью и футуристичностью духа даже сегодня [8]. В Доме служащих ВСЖД успешно действует столь привычное для архитектора модульное решение и ясно считывается его почерк: кирпичные террасы, одно- и двухуровневые квартиры, массивные арки со стороны р. Ангары – первая, проходная, ведущая во внутренний двор, вторая – заключающая как бы в оправу панорамные лоджии верхних апартаментов. Увеличение высоты доминантного блока было достигнуто за счет размещения на самом верху резервуара для повышения давления в водопроводных сетях. Проживающим предлагалась также подземная парковка, что для г. Иркутска тех лет было незаурядным явлением.

Как оказалось, Дом служащих ВСЖД пришелся на период недолгого, но истинного триумфа своего автора. Макет, уже признанный лучшей постройкой 1987 г. в СССР, с Международной Белградской триеннале отправился напрямую в архитектурный музей Чикаго. А В.А. Павлов удостоился включения в регулярно обновляемый список «50 выдающихся архитекторов мира» [9].

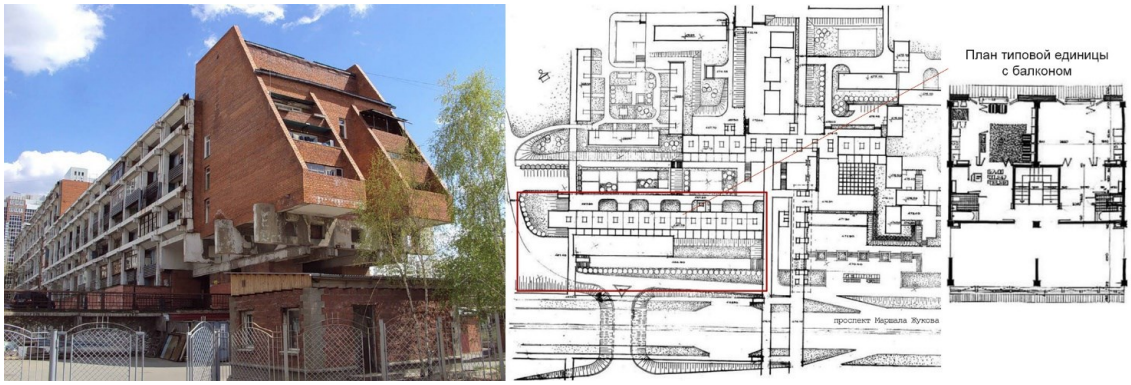


Рис. 5. Современная фотография единственной возведенной очереди комплекса (видна по левому краю снимка с макета; на генеральном плане выделена красной линией) [2, С. 82]
Fig. 5. Modern photograph of the only set of the complex built (visible on the left edge of the image from the model; on the general plan marked with a red line) [2, P. 82]

Рис. 6. Комплекс общежитий Педагогического института и Дом служащих Восточно-Сибирской железной дороги (фотография автора статьи; [2, С. 104])
Fig. 6. Office center and dormitory complex of the Pedagogical Institute (on the left) and House of the East-Siberian Railroad employees (photo of the author of the article; [2, P. 104])

Административные и культурные сооружения

Как уже отмечалось, нахождение предлогов и даже оправданий для привнесения духа места и авторской составляющей в «спущенный сверху» типовой проект являлось для В.А. Павлова наряду с некоторыми другими талантами тех лет своего рода искусством. В ситуации же Прибайкалья наиболее эффективным путем утверждения живой, продуманной и качественно решенной на своем месте архитектуры являлась так называемая «переработка проекта на сейсмику». Эта парадигма была использована коллективом молодого «Иркутскгражданпроекта» при формировании монументального облика будущего Дома Профсоюзов

на площади Конституции, который ознаменовали облицованные мрамором железобетонные антисейсмические усиления сценической коробки, мраморные карнизные «лбы» с брутальным водосливом, массивный бут подпорных стен на выразительном рельефе, гранитные лестницы и многоуровневая фонтанная композиция, что возводит проект в класс ансамбля. Появление этого общественного центра дало мощный импульс и впоследствии побудило формирование вокруг него новой застройки всего района, в чем-то противоречиво изменившейся, но вполне сохранившей до нынешнего дня свою первоначальную актуальность [10]. Ключевая по значимости, объемная по вложенному труду и растянувшаяся на весь иркутский период творческой биографии В.А. Павлова, работа над зданием центрального аппарата власти этого города так и не была завершена. Предоставленный для проектирования многофункционального объекта участок возлагал на архитектора колоссальную ответственность, так как имел важнейшее градостроительное значение: центральная площадь г. Иркутска к моменту начала новых планировочных изысканий представляла собой уже характерно сложившийся ансамбль вокруг сквера Кирова, композиционно связанного в свою очередь с набережной р. Ангары осью ул. Российской.

Именно в таких условиях склонность зодчего к модульно-корпусному решению здания показала себя как талант, позволив мастерски разрешить задачу инсталляции будущего Горкома в ранее жестко состоявшийся генплан. Блок «А» с помещениями для высшего руководства, расположенный по красной линии административной площади, повторяет ее легкий излом и, поднимаясь на семи опорах, пропускает под собой мостовую. Аппаратная часть здания (блок «Б») находится на втором плане, в глубине, и обеспечивает соединение с блоком «В», который, находясь за парящим корпусом, примыкает к ул. Российской «капитулом», сочетающим в себе вестибюльную группу, актовый зал и столовую. Возвести же удалось только блоки «А» и «Б», скорее в обратном порядке, первый лишь до состояния тела здания, коробки, что простоит, укрепляясь в памяти рядовых горожан как «недостроенный дом на ногах», более 25 лет, до 4 октября 2008 г., когда в Международный день Архитектуры, заглушая бесполезные протесты полусотни деятелей искусства, на площади заработают стенобойные краны. К сожалению, проектные материалы по блоку «В» на сегодняшний день практически отсутствуют в открытых и архивных источниках.

Поиск этих графических свидетельств является одной из важнейших задач для продолжения исследовательской деятельности, так как сбор и систематизация авторских наработок сделают возможной полноценную, презентабельную реконструкцию утраченного объекта посредством современных компьютерных программ (рис. 7).

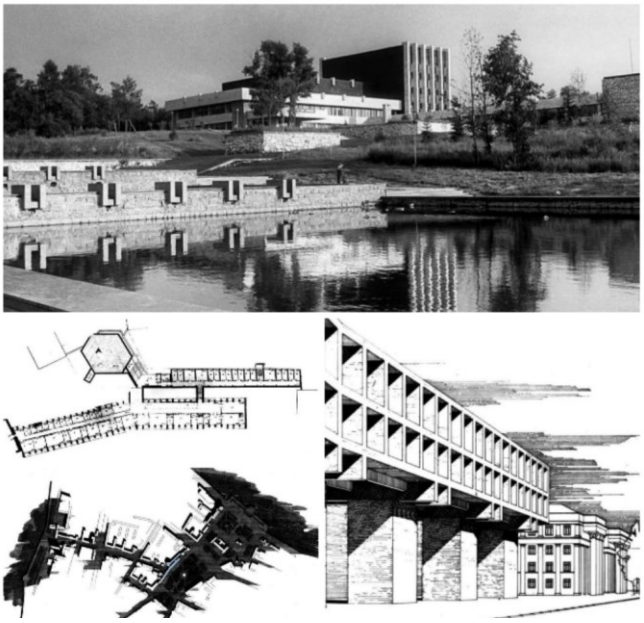


Рис. 7. Дом культуры Профсоюзов и проектные материалы по зданию Городского комитета КПСС [2, С. 23, 116]
Fig. 7. House of Trade Union Culture (from above) and project materials for the building of the Civil Committee of the CPSU [2, P. 23, 116]

Официальные лица до сегодняшнего дня связывают заморозку строительства главного здания города в 1980 г. с финансовыми распоряжениями высшей государственной власти, ставившей в абсолютный приоритет проведение первых в СССР Олимпийских игр.

Однако аналитический взгляд на историю и мнения деятелей иркутской архитектуры конца XX в. сходятся в признании того, что стержень принципа не выдержал крутого исторического поворота «перестройки» с последовавшими 90-ми, когда общество поразила уже появившаяся в избытке долгожданная свобода. В одночасье индоктринированное, подражающее неведомо чему градостроительство и ряд вставших, даже при полученном профессионализме, на сторону сиюминутных выгод учеников сделали мастера – так же вмиг и очень преждевременно – старым. Человеку дела и исключительному практику, В.А. Павлову претило оставаться в бесполезной, относительно минувших времен, позиции. Оставив г. Иркутск, как вскоре и не сложившуюся работу в г. Херсоне, он наконец возвращается в г. Ленинград. Здесь прозвучало еще одно значительное сооружение – жилой комплекс по ул. Будапештской в Купчино, возведенный в 2000 г. и ярко передающий узнаваемый почерк сибирского мэтра [11–18][1]. Впрочем, сам он был последнему уже совсем не рад и в частной беседе с уже упомянутым В.Ф. Бухом сделал, вероятно, излишне самокритичное, но внушающее уважение к творческому деятелю, признание: «Выдохся я, нет свежих мыслей, а повторяться не хочу». В поздние годы архитектор предался острой публицистике в сфере градостроительной политики, но одиночество и чреда разочарований не давали о себе забыть, с медленной непрерывностью подрывая слабеющее здоровье. 19 марта 2010 г., в возрасте 71 года, в г. Санкт-Петербурге, Владимир Азариевич Павлов ушел из жизни (рис. 8).

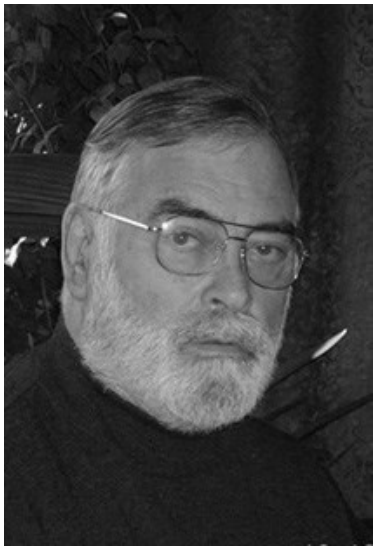


Рис. 8. В.А. Павлов в должности Председателя правления Иркутской организации Союза архитекторов СССР и после переезда в г. Санкт-Петербург (архивные фотографии Иркутской организации СА России и журнала «Проект Байкал»)

Fig. 8. V.A. Pavlov as the President of the Irkutsk Organization of the Union of Architects of the USSR and after his arriving in Saint Petersburg (archival photographs of the Irkutsk organization of the Union of Architects of Russia and the magazine "Project Baikal")

Феномен музыкального театра им. Н.М. Загурского – постепенное формирование новой идентичности Иркутска на основе объекта позднего советского модернизма

В советское время г. Иркутск продолжал свое развитие как культурный центр. Театр Академической драмы изначально располагал монументальным зданием работы известного идеолога модерна В.А. Шретера. Коллективу же образованной в 1940-е г. Музкомедии было предоставлено ныне занимаемое ТЮЗом и Филармонией здание I Общественного собрания г. Иркутска (арх. В.А. Рассушин) [19].

К середине 1960-х необходимость создания более крупной и современной сцены явилась совершенно очевидной. Государственный

[1]Ющук Л.А. Архитектура зданий римско-католических и евангелическо-лютеранских церквей в городах Сибири и на Дальнем Востоке, 1792–1917 гг.: автореф. дис. … канд. арх.: 19.06.2000. Новосибирск, 2000. 25 с.

заказ на проектирование получил Московский центрально научно-исследовательский и проектный институт жилых и общественных зданий.

Д.Е. Лурье, Н.Н. Стужин и А.П. Кудрявцев – опытные архитекторы советской школы. Все трое начинали свою профессиональную деятельность еще в 1950-е в «Управлении по проектированию Дворца Советов», преобразованном позднее в вышеназванный институт, что он сразу же оказался обеспечен беспрерывной практикой в самых различных точках необъятного государства. Ситуация определяла к работе почти без привязки к какому-либо определенному месту – как в жизни, так зачастую и в отдельном проекте. И московская группа, до того уже сработавшаяся в городах от Краснодара до Хабаровска, прибыла в г. Иркутск с уже сложившимся композиционным решением.

При обсуждении проекта в президиуме правления региональной организации Союза Архитекторов, решенный в прогрессивном для своего времени духе постконструктивизма – методом рельефного группирования вспомогательных объемов вокруг главного – объем театра был включен иркутскими мастерами во главе с В.А. Павловым и В.С. Воронежским в концепцию территории, что отмечалась на генплане города как культурный центр. Вновь прибывшим коллегам В.А. Павлов рекомендовал уделить больше внимание к существующему масштабу застройки при уточнении проектируемых форм. Он первым предложил идею транспортной магистрали пешеходного моста, перекрывающей своеобразный «овраг». К сожалению, этот вариант площади в условиях только развивающегося окружения был отклонен, так как при согласовании показался неубедительным и связанным с экономическим риском [22].

Задерживалось и строительство: попадавший под плановый секвестр объектов культуры, театр был открыт лишь в 1990 г., далеко не полностью реализовав свой пространственный потенциал. Кроме того, не обошлось без сноса около десятка аутентичных домов-памятников сибирского барокко. И монументальное здание быстро получило от горожан прозвища «крематория» или «бомбоубежища» (рис. 9).

Раскрыть ансамблевые возможности удалось только в 2008–2013 гг. архитекторам М.Г. Мееровичу, Е.И. Григорьевой, А.Ю. Макарову и многим другим специалистам «Иркутскгражданпроекта», результатом чьего многоликого и скрупулезного труда стала не только образцовая реконструкция деревянного 130-го квартала, но и создание, не имеющего прямых аналогов в архитектуре региональной России, диалога эпох [23].

Рис. 9. Графический рисунок театра, выполненный Ереминым Н.С.
Fig. 9. Graphic drawing of the Theatre by Eremin N.S.

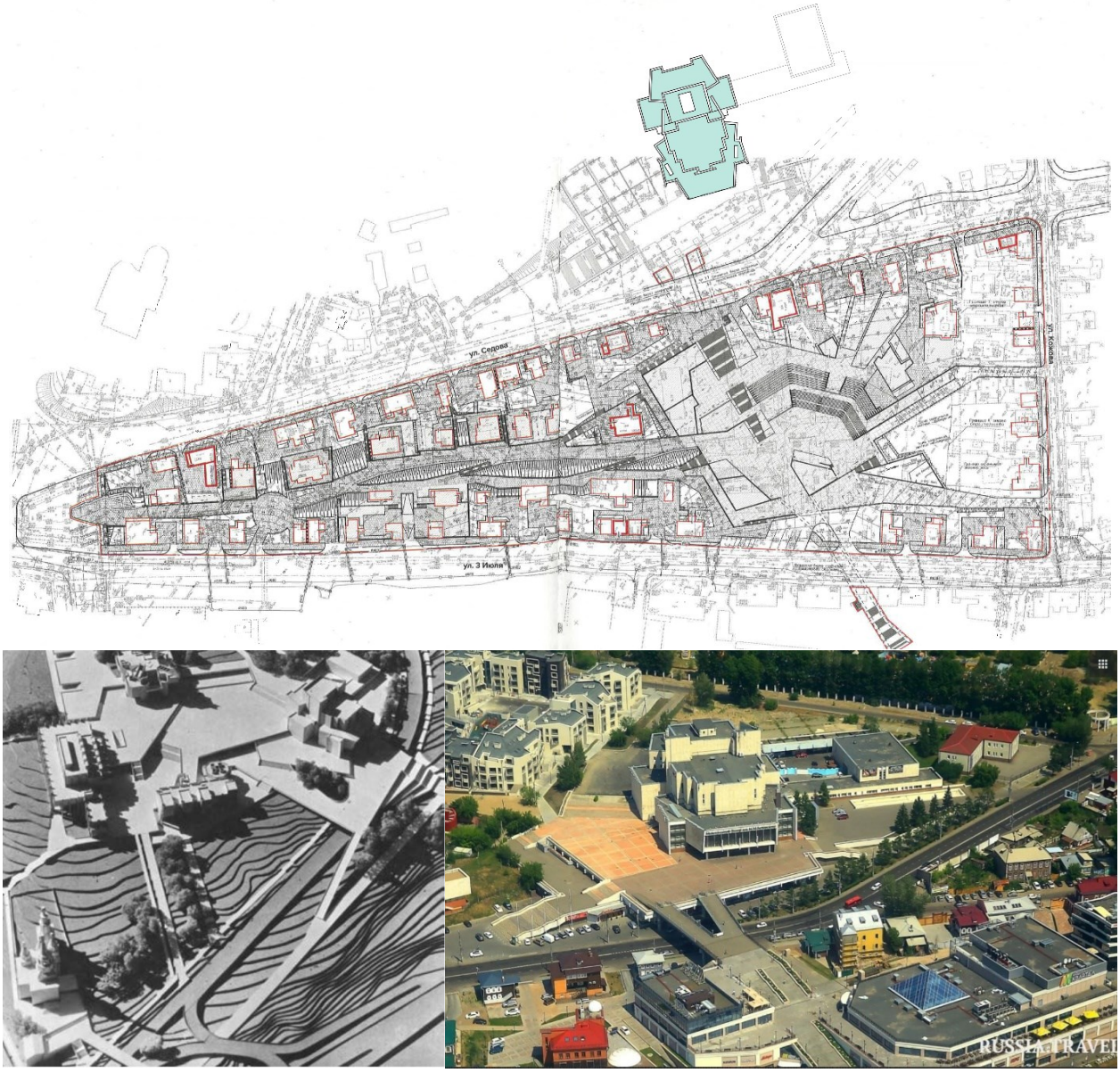


Рис. 10. Схема генерального плана (Музыкальный театр выделен светло-зеленым). Сравнение проктных решений по связи Театральной площади со 130-м кварталом: макет 1965 г. и реализованный в 2009 г. ансамбль (основа генерального плана – [2, С. 8–9]; фото с макета – [23, С. 126])

Fig. 10. General plan (Musical theatre highlighted light green). Comparison of the Theatre Square's relations with the 130 quarter. Model 1965 and the 2009 ensemble (basis of the master plan – [2, P. 8–9]; photo from the layout – [23, P. 126])

Полихромия и сложная геометрия тщательно воссозданных построек натурального сруба плавно перетекает в просторный променад, восхождение по холму с которого продолжается системой лаконично исполненных видовых террас.

Между ними органично интегрирован в ландшафт и продолжает его торговый центр, выходящий на верхнюю площадку, которая, в свою очередь, посредством разветвленного пешеходного моста над ул. Седова сообщается с Театральной площадью. Эффективность приема отметил А.П. Кудрявцев в посвященной воспоминаниям о работах в 1960–70-х гг. статье [22].

Таким образом, спустя десятилетия, все же была достигнута, молчаливо гармонизирующая панораму, воздушная, но притом ясная связь, благодаря которой белый, а ночью искусно иллюминированный, колосс оказывается уже удачным фоном для яркого, мелкомасштабного 130-го квартала, сохраняя в то же время роль доминанты на других зрительных позициях (рис. 10) [24].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В вопросе настоящего и будущего иркутского регионального модернизма, а вопрос этот животрепещущий в связи с тем, что описанные сооружения отнюдь не утратили свою актуальность в общественных функциях сегодняшнего города, решающей выступает проблема разрыва в принципиальных взглядах между группами людей – тех, кто знает архитектурную жизнь России и тех, кто в ней не заинтересован [25, 26].

История Восточной Сибири – как во многом история всей нашей страны – крайне сложна и прерывиста. Но именно в этих условиях формируются те современные чувства ответственности, политической воли и долга, гражданского достоинства, которые позволяют и показывают необходимость ценить и уважать многогранное наследие прошедших веков, приняв их достижения и ошибки. Пусть даже столица Прибайкальского региона уже к середине XX в. оказалась буквально обречена на неоднородность, она ничуть не лишилась права оставаться уникальной и самобытной. Ведь такие качества выражаются далеко не только и не обязательно очевидными на первый взгляд средствами единоначалия, но и напротив, благодаря вновь осмысленной, грамотно поставленной многоплановости.

Вышеприведенный пример работы современных зодчих и градостроителей над ансамблем Музыкального театра укрепляет надежды на будущее и наилучшим образом подводит итоги данной статьи, доказывая, как взвешенный и рациональный подход при соединении с истинным профессионализмом в понимании пространства позволяют одновременно выявить с лучших сторон противопоставленные друг другу эпохи, создавая достойные, ясные очертания новой, ныне только формирующейся, многополярной идентичности иркутской архитектуры. Общая периодизация истории архитектуры Иркутского регионализма представлена в таблице.

Общая периодизация истории архитектуры Иркутского регионализма
General history periodization of Irkutsk Regionalism architecture

Хронологические рамки	Краткое описание периода	Ключевые проекты
1965–1970	Становление в г. Иркутске самобытной архитектурной школы. Проектирование и поочередное строительство экспериментальных, ставших впоследствии программными, объектов	Жилые дома «Иргиредмета», Дом культуры Профсоюзов, эскизные разработки микрорайона Байкальский, генеральный план культурного центра города, проект Монгольского консульства (не реализован)
Конец 1970-х–1987	Апогей Павловского брутализма. Важнейшие государственные заказы	Комплекс галерейных жилых домов по пр. Карл-Маркс-Штадт (частичная реализация), общежития Пединститута, жилой дом служащих Восточно-Сибирской железной дороги, активная работа над зданием Городского комитета КПСС и Горисполкома, жилые районы Первомайский и Солнечный, нереализованные проекты застройки Предмостной площади
1987–1989	Закат советского периода в архитектуре г. Иркутска. Постепенное окончание/свертывание строительных процессов	Микрорайон Университетский, Музыкальный театр (завершение), Вычислительный центр Госбанка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании всего вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Результаты исследования памятников и оставшихся на уровне предложения проектов, а также выводы их непосредственных авторов-архитекторов можно наиболее кратко и емко выразить следующим определением: иркутский регионализм – это течение в отечественной архитектуре эпохи модернизма, отчетливо

характеризуемое творчески осмысленным столкновением ограничений в сфере материальной и законодательной базы советского г. Иркутска с неизменно энергичным поиском приема, принципиально ориентированного на международную современность. Посвятивший городу почти 25 лет своего творческого пути архитектор В.А. Павлов является основоположником школы и идентичного в истории направления по созданию доминантных сооружений средствами комбинации обязательных фабричных деталей с авторскими объемно-пространственными решениями.

2. Проанализирован ход развития советского модернизма в г. Иркутске. Стоит заметить, что множество рассмотренных сооружений, зачастую воплощенных в жизнь не полностью и спустя продолжительное время после разработки проекта, делают вопрос научной хронологизации весьма дискуссионным. Авторами данной работы предлагается наиболее общий, опирающийся на переломные события во взаимодействии архитектора с государственным заказчиком, созданные в этих условиях характерные сооружения временной ряд (таблица).

3. Определены закономерности формирования архитектурных объектов советского модернизма и раннего постмодернизма в г. Иркутске. Выявлены идентичность, объемно-планировочные и художественно-композиционные особенности, неразрывно связанные с именами их авторов и В.А. Павлова в частности.

4. Результаты могут быть использованы при постановке и совершенствовании принципов решения перспективных для объектов данной работы задач. Составленная на основе систематизации полученных материалов литературно-графическая база изученных строений способна послужить основой для формирования концептуальных предложений в области как индивидуального проектирования, так и градостроительной политики развития г. Иркутска.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Броновицкая А.Ю., Малинин Н.С., Казакова О.В. Москва: архитектура советского модернизма, 1955–1991: справочник-путеводитель. М.: Музей современного искусства «Гараж», 2016. 327 с.
2. Григорьева Е.И., Боков А.В., Бух В.Ф. Владимир Павлов. Екатеринбург : TATLIN, 2013. 140 с.
3. Багина Е.Ю., Григорьева Е.И. Диалог Елены Багиной и Елены Григорьевой об Иркутске, Павлове и шестидесятых // Проект Байкал. 2019. № 59. 130–137. https://doi.org/10.7480/projectbaikal.59.1446.
4. Дорофеев П.А. Микрорайонные структуры 1960–1970-х годов в Иркутске // Проект Байкал. 2014. № 39–40. С. 230–251. https://doi.org/10.7480/projectbaikal.39-40.687.
5. Боков А.В., Бержинский Ю.А., Стегайло В.Б., Жуковский Н.Л., Астраханцева В.В., Студенников А.А. [и др.] Золотой век (1975–1986) // Проект Байкал. 2015. № 43. С. 50–100. https://doi.org/10.7480/projectbaikal.43.865.
6. Калинина И.В. Прогулки по Иркутску. Прогулка-2: декабристы // Проект Байкал. 2011. № 29–30. С. 84–93. https://doi.org/10.7480/projectbaikal.29-30.
7. Altun D.A. Brutalism Now: Rethinking Brutalism in Contemporary World Architecture // Arts. 2016. Vol. 5. Iss. 2. P. 1–3. https://doi.org/10.3390/arts5020003.
8. Новиков Ф.А., Белоголовский В.В. Советский модернизм 1955–1985: антология. Взгляд XXI века. Екатеринбург: TATLIN, 2010. 232 с.
9. Chaubin F. USSR. Cosmic Communist Constructions Photographed. Cologne: Taschen, 2022. 440 p.
10. Самсоненко А.Н. Иркутские стройки: от зарева двадцатого века до зарниц двадцать первого // Земля Иркутская. 2006. № 3 (31). С. 43–51.
11. Боков А.В. Владимир Павлов // Проект Байкал. 2010. № 26. С. 28–30. https://doi.org/10.7480/projectbaikal.26.154.
12. Колмаков Ю.П. Иркутская летопись 1661–1940 гг. Иркутск: Оттиск, 2003. 847 с.
13. Lefaivre L., Tzonis A. Critical Regionalism: Architecture and Identity in A Globalized World. Munich: Prestel Pub, 2003. 160 p.
14. Klotz H. The History of Postmodern Architecture. Cambridge and London: The MIT Press, 1988. 461 p.
15. Оглы Б.И. Строительство городов Сибири. Ленинград: Стройиздат, 1980. 272 с.
16. Druzhinina I.E. The Use of Standard Series Plans in Designing Unique Buildings: The Case of V.A. Pavlov's Residential House in Irkutsk // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 880. P. 1–6. http://doi.org/10.1088/1757-899X/880/1/012060.
17. Скоробегов Д.В. Иркутский музыкальный театр: очерки по истории театра 1940-2000. Иркутск: Иркутская областная типография № 1, 2000. 184 с.
18. Ламин В.А. Историческая энциклопедия Сибири: в 3 т. Новосибирск: Историческое наследие Сибири, 2009. Т. 1. 715 с.
19. Чернигов А.К. Иркутские повествования. 1661–1917 гг.: в 2 т. Т. 1. Иркутск: Оттиск, 2003. 464 с.

20. Agarez R. Between Intellectual and Intuitive Design: Modernist Regionalism in Algarve // ArmArch. Language of Armenian Architecture. 2018. Iss. 1. P. 14–20.
21. Кудрявцев А.П. Под сенью Аалто, Кана и Павлова. Как проектировали театр // Проект Байкал. 2019. № 59. С. 120–129. https://doi.org/10.7480/projectbaikal.59.1445.
22. Dorofeev P.A., Khokhrin E.V. Evolution of Concept of «Mass Housing Project» In The Context of French Ideas in Housing Policy of The USSR // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2012. № 2 (3). С. 128–135. EDN: QCUWZT.
23. Елизарьева А. 30-й квартал // TatlinPlan. 2020. № 37. 112 с.
24. William J. R. Curtis. Towards an Authentic Regionalism // Mimar: Architecture in Development. 1986. Iss. 19. P. 24–31.
25. Goldhoorn B., Meuser P. Capitalist Realism: New Architecture in Russia. Berlin: DOM Publishers, 2009. 303 p.
26. Kirsh D. Changing the Rules: Architecture in the New Millennium // Journal of Research into New Media Technologies. 2001. Vol. 7. Iss. 2. P. 113–125.

REFERENCES

1. Bronovitskaya A.Yu., Malinin N.S., Kazakova O.V. *Moscow: Architecture of Soviet Modernism, 1955–1991: Reference Guide.* Moscow: Garage Museum of Contemporary Art, 2016. 327 p. (In Russ.).
2. Grigor'eva E.I., Bokov A.V., Bukh V.F. *Vladimir Pavlov*. Ekaterinburg: TATLIN, 2013. 140 p. (In Russ.).
3. Bagina E.Yu., Grigor'eva E.I. A Dialogue Between Elena Bagina and Elena Grigoryeva about Irkutsk, Pavlov and the 1960s. *Proekt Baikal = Project Baikal.* 2019;59:130-137. (In Russ.). https://doi.org/10.7480/projectbaikal.59.1446.
4. Dorofeev P.A. Neighborhood Structures of The 1960s-1970s in Irkutsk. *Proekt Baikal = Project Baikal.* 2014;39–40:230-251. (In Russ.). https://doi.org/10.7480/projectbaikal.39-40.687.
5. Bokov A.V., Berzhinskii Yu.A., Stegailo V.B., Zhukovskii N.L., Astrakhantseva V.V., Studennikov A.A. [et all.] The Golden Age (1975–1986). *Proekt Baikal = Project Baikal.* 2015;43:50-100. (In Russ.). https://doi.org/10.7480/projectbaikal.43.865.
6. Kalinina I.V. Walking around Irkutsk. Walk-2: Decembrists. *Proekt Baikal = Project Baikal.* 2011;29–30:84-93. (In Russ.). https://doi.org/10.7480/projectbaikal.29-30.
7. Altun D.A. Brutalism Now: Rethinking Brutalism in Contemporary World Architecture. *Arts.* 2016;5(2):1-3. https://doi.org/10.3390/arts5020003.
8. Novikov F.A., Belogolovskii V.V. *Soviet Modernism: 1955–1985. An Anthology. A View from The XXI Century.* Ekaterinburg: TATLIN, 2010. 232 p. (In Russ.).
9. Chaubin F. *USSR. Cosmic Communist Constructions Photographed.* Cologne: Taschen, 2022. 440 p.
10. Samsonenko A.N. Irkutsk Construction Projects: From The Dawn of the Twentieth Century to The Lightning of the Twenty-First. *Zemlya Irkutskaya = Land of Irkutsk.* 2006;3(31):43-51.
11. Bokov A.V. Vladimir Pavlov. *Proekt Baikal = Project Baikal.* 2010;26:28-30. (In Russ.). https://doi.org/10.7480/projectbaikal.26.154.
12. Kolmakov Yu.P. *Irkutsk Chronicle 1661–1940*. Irkutsk: Ottisk, 2003. 847 p. (In Russ.).
13. Lefaivre L., Tzonis A. *Critical Regionalism: Architecture and Identity in A Globalized World*. Munich: Prestel Pub, 2003. 160 p.
14. Klotz H. *The History of Postmodern Architecture.* Cambridge and London: The MIT Press, 1988. 461 p.
15. Ogly B.I. *Construction of Cities in Siberia.* Leningrad: Stroyizdat, 1980. 272 p. (In Russ.).
16. Druzhinina I.E. The Use of Standard Series Plans in Designing Unique Buildings: The Case of V.A. Pavlov's Residential House in Irkutsk. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020;880:1-6. http://doi.org/10.1088/1757-899X/880/1/012060.
17. Skorobegov D.V. *Irkutsk Musical Theater: Essays On the History of the Theater 1940-2000*. Irkutsk: Irkutsk regional printing house № 1, 2000. 184 p. (In Russ.).
18. Lamin V.A. *Historical Encyclopedia of Siberia: in 3 Volumes*. Novosibirsk: Historical Heritage of Siberia, 2009. Vol. 1. 715 p. (In Russ.).
19. Chernigov A.K. *Irkutsk Stories. 1661–1917: in 2 Volumes. Vol. 1.* Irkutsk: Ottisk, 2003. 464 p. (In Russ.).
20. Agarez R. Between Intellectual and Intuitive Design: Modernist Regionalism in Algarve. *ArmArch. Language of Armenian Architecture.* 2018;1:14-20.
21. Kudryavtsev A.P. Under the Shade of Aalto, Kahn and Pavlov. Designing the Theatre. *Proekt Baikal = Project Baikal.* 2019;59:120-129. (In Russ.). https://doi.org/10.7480/projectbaikal.59.1445.
22. Dorofeev P.A., Khokhrin E.V. Evolution of Concept of «Mass Housing Project» In The Context of French Ideas in Housing Policy of The USSR. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2012;2(3):128-135. EDN: QCUWZT.
23. Elizar'eva A. 30th quarter. *TatlinPlan = TatlinPlan*. 2020;37:112. (In Russ.).

24. Curtis W.J.R. Towards an Authentic Regionalism. *Mimar: Architecture in Development*. 1986;19:24-31.
25. Goldhoorn B., Meuser P. *Capitalist Realism: New Architecture in Russia*. Berlin: DOM Publishers, 2009. 303 p.
26. Kirsh D. Changing the Rules: Architecture in the New Millennium. *Journal of Research into New Media Technologies.* 2001;7(2):113-125.

Информация об авторах

Еремин Никита Станиславович,
студент,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
190005, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-ая Красноармейская, 4. Россия,
✉e-mail: eremin7845@yandex.ru
https://orcid.org/0009-0005-5475-593X
Author ID: 1247226

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
https://orcid.org/0000-0002-5549-7769
Author ID:496339

Information about the authors

Nikita S. Eremin,
Student,
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
4, 2nd Krasnoarmeyskaya St., Saint Petersburg
190005, Russia,
✉e-mail: eremin7845@yanddex.ru
https://orcid.org/0009-0005-5475-593X
Author ID: 1247226

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@yanddex.ru
https://orcid.org/0000-0002-5549-7769
Author ID:496339

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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.

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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 02.04.2024.
Одобрена после рецензирования 16.04.2024.
Принята к публикации 19.04.2024.

Information about the article

The article was submitted 02.04.2024.
Approved after reviewing 16.04.2024.
Accepted for publication 19.04.2024.

Научная статья
УДК 711.168-1/9
EDN: KVNYRM
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-398-405

Пространственная трансформация промышленных территорий: опыт и перспективы Тюмени

М.А. Железнякова[1], В.В. Козлов[2]✉
[1]Тюменский государственный институт культуры, г. Тюмень, Россия
[2]Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Трансформация градостроительного наследия крупнейших городов, к которому авторы относят промышленные территории, является мотором развития и реконструкции в современной практике градостроительства. Целью является разработка методов пространственной трансформации городских промышленных или смешанных районов застройки в структуре крупнейшего города. На основе методов структурной оценки градостроительной практики и опыта г. Тюмени выявлены архитектурно-планировочные подходы реконструкции депрессивных постиндустриальных территорий с акцентом на выявление архитектурных и градостроительных аспектов. Исходя из сложившегося размещение и сосредоточение промышленной застройки в структуре города, анализа параметров промышленных территорий, опыта экспериментального проектирования реконструируемых районов был выбран промышленный район Бабаринка в северной части города, главными характеристиками которого являются непосредственная связанность с центральной частью города, смешанный тип и мелкоячеистые структуры сложившейся застройки, историческая взаимосвязь с открытым пространством реки. Основываясь на теории смешанных структур городской застройки предложены типологические и морфологические характеристики сложившихся промышленных зон крупнейшего города в разных условиях взаимодействия с окружающей городской застройкой. Совокупность оценки градостроительных данных позволяет определить ключевые градостроительные параметры трансформации, а также выделить базовые планировочные структуры: пространственно-планировочные, транспортные и пешеходные сети, озеленение, функциональную структуру застройки. Данные планировочные структуры определяют основные качественные параметры проектной концепции трансформации промышленных территорий и могут служить критериями оценки проектных решений различного масштаба.

Ключевые слова: устойчивое развитие, методы пространственной трансформации, промышленные территории, базовые планировочные структуры, деградирующие промышленные зоны

Для цитирования: Железнякова М.А., Козлов В.В. Пространственная трансформация промышленных территорий: опыт и перспективы Тюмени // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 398–405. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-398-405. EDN: KVNYRM.

Original article

Spatial transformation of industrial territories: Experience and prospects of Tyumen

Maria A. Geleznjakova[1], Valery V. Kozlov[2]✉
[1]Tyumen State Institute of Culture, Tyumen, Russian Federation
[2]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Transformation of the architectural heritage of large cities, which also includes that of industrial areas, can be seen as a development and reconstruction driver of modern urban development. In this work, we aimed to propose methods for spatial transformation of urban industrial or mixed areas in the structure of a large city. A structural assessment of the urban planning practice and experience in the city of Tyumen was conducted to identify architectural and planning approaches to the reconstruction of

depressive post-industrial areas. Following an analysis of the existing location and concentration of industrial areas, along with their main parameters, and the experience of experimental design of renovated districts, the Babarinka industrial district in the northern part of the city was selected. This district is characterized by its direct interconnection with the city center, a combined type and small-cell structure of the existing buildings, and its historical interrelation with the open space of the river. Typological and morphological features of the existing industrial areas in the city, interacting with the surrounding urban areas in different ways, were determined based on the theory of mixed urban development. A combined assessment of urban planning data enables the key parameters of urban transformation to be determined and the basic planning structures to be identified. The latter include spatial planning, transportation and pedestrian networks, landscaping, and functional zoning. These planning structures determine the key qualitative parameters of the transformation design concept of industrial areas, thus serving as criteria for evaluating various-scale design solutions.

Keywords: sustainable development, methods of spatial transformation, industrial areas, basic planning structures, degrading industrial zones

For citation: Geleznjakova M.A., Kozlov V.V. Spatial transformation of industrial territories: Experience and prospects of Tyumen. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):398-405. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-398-405. EDN: KVNYRM.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях стремительного урбанистического роста и прогресса экономической структуры регионов вопрос об обновлении производственных кластеров становится актуальным для обеспечения устойчивого развития.

Сохранение и восстановление исторической и культурной ценности индустриальных объектов, а также создание современных, устойчивых и привлекательных районов для жизни и работы, становятся ключевыми задачами для городского планирования и строительства [1].

Один из крупнейших в Западной Сибири, г. Тюмень обладает опытом и потенциалом, который может дать импульс для развития других городов, стремящихся преобразовать свои промышленные зоны, делая их более инновационными и привлекательными для горожан. Для достижения этой цели необходимо обращаться к архитектурным и градостроительным подходам, способным повысить устойчивость, технологичность и экономический потенциал городских территорий.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из ключевых методов пространственной трансформации промышленных территорий является преобразование их под жилую застройку. С развитием технологий, экономики и ростом населения, кварталы, которые когда-то были центрами производства, оказываются в ликвидной центральной части города, что создает ограничения для совершенствования инфраструктуры. Переустройство этих территорий в жилой микрорайон способствует естественному развитию, а также созданию благоприятных условий для формирования городской среды [2, 3].

Следующий способ трансформации – преобразование в торговую и общественно-деловую зону. Подход характеризуется полной или частичной реорганизацией оставленных участков и объектов. При его выборе первостепенное значение имеет расположение объекта вблизи магистралей общегородского значения и пешеходная доступность до остановок общественного транспорта [4, 5].

Главной задачей здесь становится привлечение к использованию пространства большой концентрации людей, что делает район привлекательным для инвесторов. В рамках этого метода создаются современные коммерческие комплексы, бизнес-центры и парки, которые притягивают новые компании и стимулируют трудоустройство.

Третий метод – преобразование в зону зеленых насаждений. В мегаполисах неизменно увеличивается рекреационная нагрузка, природные ресурсы подвергаются антропогенному воздействию, по этой причине создание озеленения на месте бывших производственных цехов способствует оздоровлению города. [6] Оно может включать в себя парки, скверы, аллеи, а также программу по посадке деревьев и растений.

Кроме того, каждый из рассмотренных подходов может содержать еще два этапа:

1. Реставрация и сохранение исторических ценностей: большинство заброшенных заводов и фабрик имеют исторический и культурный контекст [7]. Архитекторы и градостроители должны стремиться к сохранению и

восстановлению исторических зданий и структур, которые могут иметь значение для региональной истории и самоидентификации населения. [8, 9]

2. Арт-инсталляции и общественное искусство: интеграция общественного искусства, такого как арт-инсталляции и граффити, в архитектурные концепции придает промышленным кластерам уникальный облик и привлекательность, вызывая интерес как у местных жителей, так и у туристов [9, 10].

Активное перепрофилирование индустриальных территорий в г. Тюмени началось совсем недавно, по этой причине опыт пространственных изменений здесь скромнее.

Так, за последние годы с карты города исчезло восемнадцать предприятий, одиннадцать из которых были реорганизованы [11]. Последние десятилетия отмечены процессом активной концентрации предприятий в северной и южной промышленных зонах города (рис. 1).

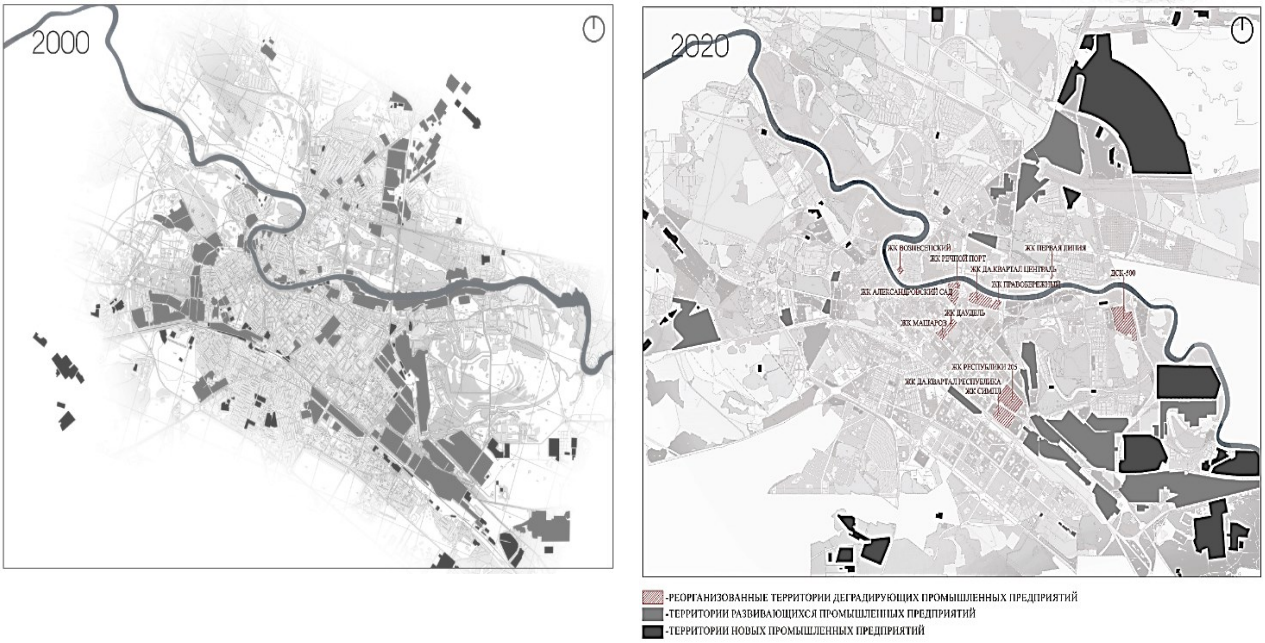


Рис. 1. Трансформация промышленного наследия в структуре крупнейшего города
Fig. 1. Transformation of industrial heritage in the structure of the largest city

Первый метод трансформации один из часто встречающихся в городе. Примером успешного переустройства промышленной зоны можно назвать жилой квартал «Речной порт» девелоперской компании «Брусника». В конце XIX века здесь начиналось сибирское пароходство.

Во второй половине XX века развитие железнодорожной и автомобильной инфраструктуры привело к сокращению спроса на речные перевозки.

В итоге порт утратил свое значение, но память о нем сохранилась до сих пор. Концепция планировочной структуры тесно связана с р. Турой и заключается в проницаемости новой застройки и доступности прибрежной зоны для всех горожан [6, 12].

Для этого дома расположили рядами: на территории нет замкнутых блоков и доминант. Вместо них возведены блокированные и моно-секционные дома с понижением этажности в сторону реки – благодаря этому приему большая часть квартир имеет вид на реку. Между зданиями находятся детские и спортивные площадки, площади и парки.

Ревитализированный участок «Речного порта» вписан в городскую ткань с помощью велосипедной и транспортной сети, а также с помощью зеленого парка вдоль набережной, обеспечивающий связь с историческим центром.

Еще одной эффективной трансформацией от компании «Брусника» выступает проект микрорайона «Республика 205». До 2016 г. на этом месте располагался завод медоборудования, но его было решено перенести в г. Москву, а часть зданий сдать в аренду. В настоящее время идет разработка мастер-плана проекта с акцентом на структурное разнообразие, общественные пространства и функциональные элементы.

Важным аспектом развития жилого массива является сохранение артефактов и их интеграция в новый ландшафт.

Цеха будут отремонтированы под культурно-развлекательные центры, такие как событийные площадки, галереи, лектории, кинобары и магазины.

Программа «Республики 205» строится на идее «Здесь всегда что-то происходит», в частности соревнования, концерты и другие мероприятия, что способствует образованию локальных сообществ и оживлению бывших промышленных зон. Этот же подход демонстрирует авторский квартал «Машаров» на территории бывшего станкостроительного завода. В конце XIX – начале XX веков Николай Машаров основал производство, начиная с изготовления эмалированной посуды, а затем специализировался на деревообрабатывающих станках.

В конце XX века предприятие прекратило свою деятельность, а его участок в центре города был заброшенным до 2021 г. Концепция застройки сочетает индустриальный стиль с эко-стилем, используя натуральные материалы и уникальный многоуровневый ландшафтный дизайн, подчеркивая его зелеными насаждениями, дворами, прогулочными аллеями, и «парящими дворами» на втором этаже [6, 13].

Заключительной иллюстрацией первого метода пространственного преобразования являются жилые кварталы «Да. Квартал Республика» и «Симпл» на месте камвольно-суконного комбината.

Строительство камвольно-суконного комбината началось в 1962 г., а уже в 1966 г. начался выпуск пряжи и тканей. В период перестройки он оставался одним из немногих комфортно функционирующих объектов, но в 1992 г. был приватизирован и продолжал свою деятельность до закрытия в 2013 г.

Жилой квартал «Да. Квартал Республика» включает в себя несколько домов различной формы, с зеркальными фасадами, а также обширную инфраструктуру, такую как прогулочные бульвары, детские площадки, велодорожки, футбольную площадку и хоккейный корт.

Второй жилой комплекс «Симпл» – это четыре многоквартирных дома с первыми этажами, предназначенными для торговой галереи, кафе и магазинов. Планируется также строительство школы и детского сада поблизости.

Внедрение второго способа трансформации промышленных территорий в г. Тюмени проходит с ограниченным успехом, существуют районы, которые обновляются под торговые и общественно-деловые зоны [14]. Один из примеров – инвестиционный проект по реорганизации промышленной зоны нефункционирующего комбината деревянного домостроения «ДСК-500» в оптово-распределительный центр. Здесь предполагается современный логистический центр с услугами по обработке, хранению и оформлению грузов, а также информационно-аналитическими услугами.

Общая площадь объекта составляет 144 000 м^2, что делает его привлекательным для размещения складских помещений. Кроме того, к нему уже проведены инженерные коммуникации, а также имеется железнодорожный тупик для обслуживания крупногабаритных грузов. Терминал будет иметь важное значение для города, способствуя усовершенствованию логистической инфраструктуры и созданию новых рабочих мест.

К этому же методу можно отнести преобразование завода строительных машин в торгово-развлекательный центр. Основанный в центре города во время Великой Отечественной войны, Тюменский завод строительных машин «Строймаш» пережил несколько стадий развития и приватизации, однако в 2002 г. было принято решение переместить предприятие на периферию, а территорию самого большого цеха осваивать под строительство торгово-развлекательного центра «Гудвин», открывая путь к торговому сектору.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ сложившихся промышленных территорий показал разнообразный пространственно-планировочный потенциал, обусловленный развитыми контактными зонами промышленной и окружающей городской застройки или фрагментарным контактом промышленных территорий с городской застройкой (рис. 2).

К сожалению, существуют и случаи утраты промышленного наследия, среди которых выделяется завод пластмасс. Несмотря на то, что он был включен в список объектов историко-культурного наследия, его все же снесли в 2014 г. Главным аргументом послужило то, что внутри здания находилось вредное производство, а стены и земля вокруг пропитаны вредными веществами [15, 16].

Данный архитектурный ансамбль представлял редкий для города образец промышленной архитектуры начала XX века в «краснокирпичном» стиле. На данный момент остается лишь предполагать, какое строительство развернется на его участке.

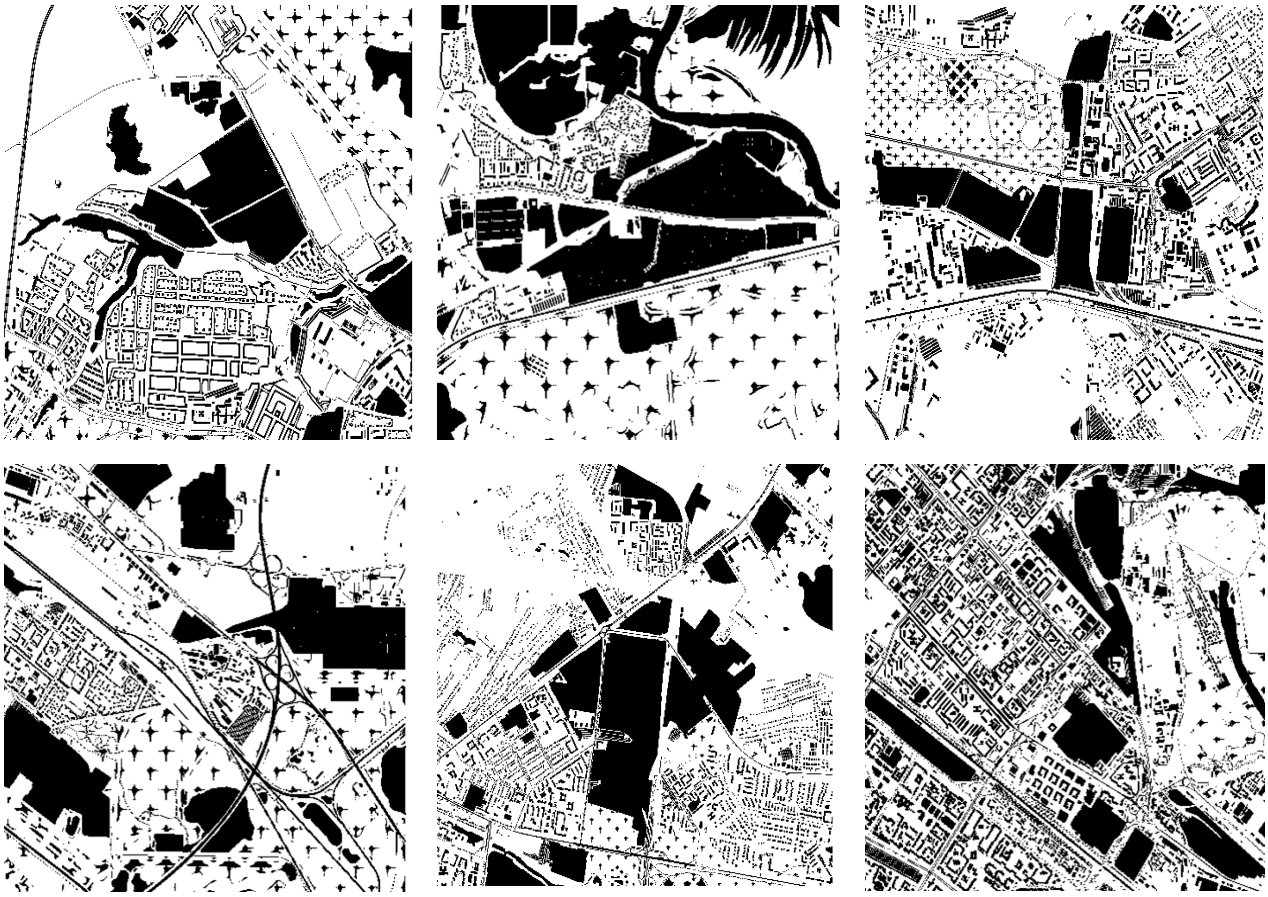


Рис. 2. Характеристики пространственно-планировочного потенциала промышленных территорий: широкий периметр связей с окружающей городской застройкой (нижний ряд) и с фрагментарными связями с городской застройкой (верхний ряд)
Fig. 2. Characteristics of the spatial planning potential of industrial territories: a wide perimeter of connections with the surrounding urban development (bottom row) and with fragmented connections with urban development (top row)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ пространственной трансформации промышленного наследия г. Тюмени как градостроительного потенциала для будущего подчеркивает значимость поиска новых функций, определения базовых структур в процессе перемен.

Переустройство устаревших индустриальных районов – это сложный как исторически, так и инновационно обусловленный процесс, направленный на преобразование промышленных зон крупнейших городов [17].

Эффективная реорганизация деградирующих производственных территорий под жилые комплексы, торгово-общественные зоны или зеленые насаждения стимулирует не только рост, но и формирование благоприятной среды для жизни и работы [18].

В пространственной трансформации промышленных территорий важно учитывать и сохранять историческое и культурное наследие, которое обеспечивает надежное взаимодействие между прошлым и настоящим.

Несмотря на скромный опыт, современные примеры изменения пространств подчеркивают потенциал планирования и реализации проектов трансформации промышленных зон в преобразовании облика города.

Такие усилия могут способствовать повышению общего уровня комфорта жизни горожан и привлечению инвестиций для устойчивого развития.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Калугин Т.Ф. Тюмень. Справочник и адрес-календарь по городу и уезду. М.: RUGRAM. Серия ARCHIVE PUBLICA, 2024. 226 с.
2. Reicher Ch. Staedfebauliches Entwerfen. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014. 286 p.

3. Быстрова Т.Ю. Реабилитация промышленных территорий городов: теоретические предпосылки, направления проектов (Ч. 1) // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2013. № 3. С. 21–24. EDN: RDOJTH.
4. Манюшис А.Ю., Маркова О.В., Анасенко Е.В., Ростанец В.Г., Зворыкина Т.И., Валявский А.Ю. [и др.] Управление устойчивым развитием крупного города, региона: проблемы и пути трансформации: коллективная монография. М.: Научная библиотека, 2021. 572 с. EDN: QBMLQR.
5. Козлова-Афанасьева Е.М. Архитектурное наследие Тюменской области: иллюстрированный научно-практический каталог. Тюмень: Искусство, 2008. 488 с.
6. Омельчук А.К. Хочешь основать Тюмень: тюменский завет. Тюмень: Инфо-плюс, 2021. 382 с.
7. Котенко И.А., Токарева В.А. Реновация бывших промышленных территорий // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 3 (20). с. 47–52. https://doi.org/10.17673/Vestnik.2015.03.6. EDN: UMXIBZ.
8. Широв А.А., Тарасова О.В. Анализ и оценка процессов создания и развития в Азиатской России транспортной и магистральной сети различного назначения. Новосибирск: Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2024. 484 с.
9. Бондаренко И.А., Возвышаева Т.И., Грязнова Н.В., Дуцев М.В., Кукина И.В., Левошко С.С. [и др.] Реновация городской среды: исторические прецеденты. М.–СПб.: Коло, 2021. 333 с. EDN: UKHEKF.
10. Кугушева Т.В. Трансформация городской территории в условиях реализации проектов международного масштаба. Ростов на Дону: Русайнс, 2021. 144 с.
11. Geraedts R., van der Voordt T., Remøy H., Oudijk C. Transformatie van Kantoorgebouwen Thema's, Actoren, Instrumenten en Projecten. Rotterdam: Uitgeverij, 2007. 480 p.
12. Горбачева Н.В. Сравнительный анализ декарбонизации экономики Сибири и Скандинавии: цена, стоимость и ценность энергии // Вопросы экономики. 2023. № 10. С. 124–148. https://doi.org/10.32609/0042-8736-2023-10-124-148. EDN: RTRDMH.
13. Буфетова А.Н. Пространственное распределение экономической активности в России: основные тенденции постсоветского периода. Новосибирск: Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2023. 218 с.
14. Мавлютов Р.Р. Пространственное развитие крупных городов России в период постиндустриального перехода. Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. 160 с.
15. Коломак Е.А., Буфетова А.Н., Вижина И.А., Глущенко К.П., Ершов Ю.С., Есикова Т.Н. [и др.] Пространственное развитие современной России: тенденции, факторы, механизмы, институты. Новосибирск: Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2020. 500 с. EDN: LWZWLV.
16. Алексеев А.В., Балдакова Е.Г., Баранов А.О., Гильмундинов В.М., Деменьтев Н.П., Казанцев К.Ю. [и др.] Инвестиционный процесс и структурная трансформация российской экономики: монография. Новосибирск: Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2020. 401 с. EDN: DEBTTW.
17. Коломак Е.А. Городская система современной России. Новосибирск: Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2018. 143 с.
18. Ильина И.Н., Коно М. Трансформация подходов к развитию «умного города»: монография. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2023. 248 с.
19. Булатова Е.К., Ульчицкий О.А. Ландшафтный урбанизм в контексте современной городской среды: монография. М.: ЮРАЙТ, 2023. 129 с.

REFERENCES

1. Kalugin T.F. Tyumen. *Directory and Address-Calendar for The City and County*. Moscow: RUGRAM. Series ARCHIVE PUBLICA, 2024. 226 p. (In Russ.).
2. Reicher Ch. *Staedfebauliches Entwerfen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014. 286 p.
3. Bystrova T.Y. Rehabilitation of Industrial Areas of Cities: Theoretical Background, Design Trends (Part 1). *Akademicheskii vestnik UralNIIproekt RAASN = Academic Bulletin of Uralniiproekt Under the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences.* 2013;3:21-24. (In Russ.). EDN: RDOJTH.
4. Manyushis A.Yu., Markova O.V., Anasenko E.V., Rostanets V.G., Zvorykina T.I., Valyavskii A.Yu. [et al.] *Management of Sustainable Development of a Large City, Region: Problems and Ways of Transformation: Collective Monograph*. Moscow: Scientific Library, 2021. 572 p. (In Russ.). EDN: QBMLQR.
5. Kozlova-Afanas'eva E.M. *Architectural Heritage of the Tyumen Region: Illustrated Scientific and Practical Catalog.* Tyumen: Art, 2008. 488 p. (In Russ.).
6. Omel'chuk A.K. *Do You Want to Found Tyumen: Tyumen Testament.* Tyumen: Info-Plus, 2021. 382 p. (In Russ.).

7. Kotenko I.A., Tokareva V.A. Renovation of Former Industrial Areas. Vestnik SGASU. *Gradostroitelstvo i arhitektura = Vestnik of SSUACE. Town Planning and Architecture*. 2015;3(20):47-52. (In Russ.). https://doi.org/10.17673/Vestnik.2015.03.6. EDN: UMXIBZ.
8. Shirov A.A., Tarasova O.V. *Analysis and Assessment of the Processes of Creation and Development of Transport and Backbone Networks for Various Purposes in Asian Russia.* Novosibirsk: Institute of Economics and Organization of Industrial Production SB RAS, 2024. 484 p. (In Russ.).
9. Bondarenko I.A., Vozvyshaeva T.I., Gryaznova N.V., Dutsev M.V., Kukina I.V., Levoshko S.S. [et al.]. *Renovation of The Urban Environment: Historical Precedents*. Moscow–Saint Petersburg: Kolo, 2021. 333 p. (In Russ.). EDN: UKHEKF.
10. Kugusheva T.V. *Transformation of Urban Areas in The Context of the Implementation of International Projects.* Rostov-on-Don: Rusigns, 2021. 144 p. (In Russ.).
11. Geraedts R., van der Voordt T., Remøy H., Oudijk C. *Transformatie van Kantoorgebouwen Thema's, Actoren, Instrumenten en Projecten.* Rotterdam: Uitgeverij, 2007. 480 p.
12. Gorbacheva N.V. Comparative Analysis of Decarbonization of the Economies of Siberia and Scandinavia: Price, Cost and Value of Energy. *Voprosy ekonomiki = Economic Issues*. 2023;10:124-148. (In Russ.). https://doi.org/10.32609/0042-8736-2023-10-124-148. EDN: RTRDMH.
13. Bufetova A.N. *Spatial Distribution of Economic Activity in Russia: Main Trends of the Post-Soviet Period.* Novosibirsk: Institute of Economics and Organization of Industrial Production SB RAS, 2023. 218 p. (In Russ.).
14. Mavlyutov R.R. *Spatial Development of Large Russian Cities During the Period of Post-Industrial Transition.* Volgograd: Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, 2015. 160 p. (In Russ.).
15. Kolomak E.A., Bufetova A.N., Vizhina I.A., Glushchenko K.P., Ershov Yu.S., Esikova T.N. [et al.] *Spatial Development of Modern Russia: Trends, Factors, Mechanisms, Institutions.* Novosibirsk: Institute of Economics and Organization of Industrial Production SB RAS, 2020. 500 p. (In Russ.). EDN: LWZWLV.
16. Alekseev A.V., Baldakova E.G., Baranov A.O., Gil'mundinov V.M., Demen'tev N.P., Kazantsev K.Yu. [et al.] *Investment Process and Structural Transformation of the Russian Economy: Monograph.* Novosibirsk: Institute of Economics and Organization of Industrial Production SB RAS, 2020. 401 p. (In Russ.). EDN: DEBTTW.
17. Kolomak E.A. Urban *System of Modern Russia*. Novosibirsk: Institute of Economics and Organization of Industrial Production SB RAS, 2018. 143 p. (In Russ.).
18. Il'ina I.N., Kono M. *Transformation of Approaches to The Development of a "Smart City": Monograph.* Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics, 2023. 248 p. (In Russ.).
19. Bulatova E.K., Ul'chitskii O.A. *Landscape Urbanism in The Context of the Modern Urban Environment: Monograph.* Moscow: YURAIT, 2023. 129 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Железнякова Мария Александровна,
магистрант,
Тюменский государственный институт культуры,
625048, г. Тюмень, ул. Карская, 38, Россия,
e-mail: ma.zheleznyakova@mail.ru

Козлов Валерий Васильевич
кандидат архитектуры, профессор кафедры архитектуры и градостроительства,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉e-mail: kozlov@istu.edu
https://orcid.org/0000-0003-0896-4149
Author ID: 701929

Information about the authors

Maria A. Geleznjakova,
Master's Student,
Tyumen State Institute of Culture, Tyumen,
38 Karskaya St., Tyumen,
Russia,
e-mail: ma.zheleznyakova@mail.ru

Valery V. Kozlov,
Candidate of Architecture, Professor
of the Department of Architecture
and Urban Planning,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: kozlov@istu.edu
https://orcid.org/0000-0003-0896-4149
Author ID: 701929

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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.

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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 07.03.2024.
Одобрена после рецензирования 20.03.2024.
Принята к публикации 22.03.2024.

Information about the article

The article was submitted 07.03.2024.
Approved after reviewing 20.03.2024.
Accepted for publication 22.03.2024.

Научная статья
УДК 711.523:470.23-25
EDN: EMMSWC
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-406-417

Адаптивная архитектура – основные направления развития

А.В. Пономарёв[1]✉
[1]Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются перспективные направления адаптивной архитектуры, одного из самого динамично развивающегося сегмента проектирования и строительства. Исследование базируется на изучении широкого спектра объектов, в которых были применены передовые технологические решения. Полученные результаты позволяют отнести их к категории адаптивных объектов, пространств или сред. Особое внимание уделено трем аспектам адаптивной архитектуры. Прежде всего это энергоэффективность как основа адаптивной архитектуры, направленная на сохранение энергии и ресурсов, использование «чистой энергии», способствующая созданию зданий с высоким экологическим коэффициентом. Вторым аспектом является гибкость и мобильность среды, представляющая взаимодействие пространства и человека. Это функция среды направлена на создание пространств, способствующих к изменению в зависимости от общественных и личных потребностей. Третий аспект задействует три составляющие – человека, пространство и цифровые технологии. Ответом на вызов современности конца XX – начала XXI века стала перестройка технологического процесса в сторону поиска наиболее эффективных направлений в области создания устойчивых объектов, пространств и сред. Связующим элементов в данном процессе являются цифровая реальность, а результатом – адаптивное пространство, реагирующее на изменения внешней среды и потребностей человека.

Ключевые слова: адаптивная архитектура, энергоэффективность, мобильность, интерактивность, цифровая реальность

Для цитирования: Пономарев А.В. Адаптивная архитектура – основные направления развития // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т.14. № 2. С. 406–417. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-406-417. EDN: EMMSWC.

Original article

Adaptive architecture – main development directions

Aleksandr V. Ponomarev[1]✉
[1]Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia

Abstract. This article considers promising directions of adaptive architecture, one of the most dynamically developing concepts in the field of design and construction. A wide range of objects constructed using advanced technological solutions are studied and classified as adaptive objects, spaces, or environments. Special attention is paid to the following three aspects of adaptive architecture. First, adaptive architecture should be based on the principle of energy efficiency, including conservation of energy and resources and use of clean energy, contributing to the creation of buildings with a high environmental coefficient. Second, the living environment should meet the requirements of flexibility and mobility, representing the interaction between the environment and the human. This function of the environment is aimed at creating spaces conducive to changes depending on public and personal needs. Third, the relations between three components—people, environment, and digital technologies—should be considered. The response to the challenge of modernity in the late 20th and early 21st century concerned the restructuring of the technological process towards the search for the most effective directions in the field of creating sustainable objects, spaces, and environments. Digital reality becomes a connecting element,

which contributes to the creation of an adaptive space flexibly responding to changes in the environment and human needs.

Keywords: adaptive architecture, energy efficiency, mobility, interactivity, digital reality

For citation: Ponomarev A.V. Adaptive architecture – main development directions. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction.* 2024;14(2): 406-417. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-406-417. EDN: EMMSWC.

ВВЕДЕНИЕ

Адаптивная архитектура – направление, которое становится все более актуальным в современном мире. Ее основная идея заключается в создании зданий и сооружений, способных адаптироваться к различным условиям и изменениям окружающей среды. Развитие адаптивной архитектуры имеет длительную историю. Еще в древности люди строили сооружения, которые приспосабливали к изменчивым климатическим условиям. Это могли быть здания с учетом естественной циркуляции воздуха или дома, при постройке которых учитывалась ориентация относительно солнца для получения максимального количества тепла и света, либо наоборот для предотвращения излишнего нагрева.

Сегодня адаптивная архитектура стала более разнообразной и сложной. Она объединяет собственно архитектурно-строительную деятельность, дизайн, ландшафтное проектирование, а также передовые инженерные и конструктивные решения. Целью данной работы является рассмотрение интеграционной составляющей взаимодействия собственно архитектурной практики и инженерных разработок [1].

МЕТОДЫ

Исследование проводилось на основе большой выборки объектов, в которых были применены передовые технологические решения. Полученные результаты позволяют отнести их к категории адаптивных объектов, пространств или сред. В свою очередь объекты были сгруппированы по трем тематическим блокам – энергоэффективность, гибкость, мобильность и интерактивность. В статье рассматриваются некоторые объекты из этих блоков, которые, по мнению автора, наиболее полно иллюстрируют заявленную тему.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Современные вызовы, такие как активная урбанизация, изменения климата и технологические инновации требуют новых подходов к разработке концепции устойчивого развития зданий и планировочных объектов (городов, районов и т. п.), которые включают в себя использование безопасной энергии, экологически чистые материалы, энергоэффективное планирование и создание пространств для комфортного общественного использования.

В этом контексте основными направлениями развития архитектурно-строительной деятельности являются:

1. Энергоэффективность. Учитывая комплекс существующих экологических проблем, адаптивная архитектура стремится к созданию зданий, которые эффективно используют энергию и ресурсы. Это могут быть здания с солнечными панелями, системами сбора и повторного использования воды, а также интеллектуальными системами управления энергопотреблением [2].
2. Гибкость и мобильность. Современное общество требует определенных пространств, которые могут быть адаптированы под различные потребности [3]. Адаптивная архитектура предлагает решения, позволяющие изменить конфигурацию помещений, создавать многофункциональные зоны, необходимые пространства и перемещаемые блоки [4].
3. Интерактивность. С развитием информационных технологий адаптивные мероприятия становятся связанными с интерактивными процессами. Они могут реагировать на изменения окружающей среды, потребности пользователей и даже на настроения людей. Такие здания и пространства могут менять свою форму, освещение, цвет и звуковое сопровождение [5].

Энергоэффективность как основа адаптивной архитектуры

В современном мире, где проблемы окружающей среды становятся все более актуальными, использование технологий, связанных с сохранением энергии и ресурсов, является одним из важнейших направлений. Ключевой аспект – это повышение энергоэффективности зданий, а также использование «чистой энергии», дождевой и конденсатной воды для технического обеспечения сооружения.

В 1990-х гг. были введены «зеленые» международные сертификаты для оценки качества принимаемых решений при строительстве зданий. Они оценивают эффективное исполь-

зование энергии и ресурсов, помогая определить, насколько здание соответствует принципам экологической эффективности [6].

Так, одним из первых и наиболее известных методов оценки экологической эффективности зданий является BREEAM, разработанный в Великобритании в 1990-м г. Он оценивает различные аспекты, связанные с энергоэффективностью и экологической устойчивостью зданий, включая использование возобновляемых источников энергии, эффективность систем отопления и охлаждения, а также управление отходами [7]. Еще одной международной системой экологического и энергоэффективного стандарта является LEED. Она предоставляет оценку сооружения после годовой эксплуатации и включает в себя различные категории, такие как энергия, атмосфера, водоснабжение, материалы и ресурсы, а также качество внутренней среды. Стандарт LEED широко распространен и получил признание во многих странах.

«Зеленые» сертификаты также играют важную роль в содействии развития энергоэффективных и экологически устойчивых зданий. Они стимулируют компании и организации строить здания, которые минимизируют потребление энергии и ресурсов, а также снижают негативное воздействие на окружающую среду. Примером успешной реконструкции с использованием «зеленых» сертификатов является высотное здание штаб-квартиры Дойче Банка во Франкфурте-на-Майне [8].

В 2010 г. оно было высоко оценено стандартом LEED, что подтверждает его соответствие принципам энергоэффективности и экологической устойчивости (рис. 1). Еще одним объектом, заслуживающим внимание, является реконструкция Академии наук в Калифорнии (рис. 2). Здание перекрыто зеленой кровлей, площадью более одного гектара. Она работает на термо- и звукоизоляцию, сбор дождевой воды и т. д. Здание опоясано солнечными батареями, в нем используются технологические устройства для поступления прохладного воздуха с океана внутрь здания и равномерного распределения по помещениям [9]. Это здание также получило самый престижный сертификат «экологической устойчивости» LEED.

Рис. 1. Здания штаб-квартиры Дойче Банка во Франкфурте-на-Майне, архитектор Марио Беллини, 2011 г. [1]
Fig. 1. Deutsche Bank headquarters buildings in Frankfurt am Main, architect Mario Bellini, 2011

[1]«Зеленые башни» «Дойче Банка». Здания высоких технологий. 2023. Режим доступа: http://zvt.abok.ru/articles/38/Zelenie_bashni_Doiche_Banka (дата обращения: 08.11.2023).

Рис. 2. Академия наук в Калифорнии, архитекторы Ренцо Пьяно, Мэтт Росси, 2008 г.[2]
Fig. 2. The Academy of Sciences in California, architects Renzo Piano,Matt Russia, 2008

Несмотря на то, что приведенные выше здания разные по площади и объемно-планировочным характеристикам, оба они были удостоены платинового сертификата LEED[3]. В табл. 1. представлены показатели «экологической устойчивости» LEED двух зданий – штаб-квартиры Дойче Банка во Франкфурте-на-Майне и Академии наук в Калифорнии. Основное внимание было направлено на те средства, с помощью которых достигались энергоэффективность, озонобезопасность и экологичность данных объектов [10].

Здание Media-Tic представляет собой передовую архитектурную конструкцию, выполненную из инновационного материала, способного пропускать свет и задерживать тепло. Это уникальное решение для офисного здания было разработано архитектором Энриком Руле-Гели.

Ограждающая конструкция способствует поддержанию комфортной температуры внутри здания летом, когда на улице температура воздуха, характерная для испанского климата. Но это еще не все достоинства этого материала, он накапливает солнечный свет, работая как аккумулятор и обеспечивает зданию возможность светиться в течение восьми часов ночью.

Система также основана на экологически чистых источниках энергии, что привело к уменьшению выбросов в атмосферу углекислого газа на 90 %.

Гибкость и мобильность – взаимодействие человека и пространства

Адаптивность архитектурного пространства может выражаться в создании гибких и мультифункциональных помещений. Современное архитектурное пространство стало гораздо динамичнее, чем когда-либо.

Одними из ключевых аспектов адаптивности являются технические и композиционные возможности регулярной или периодической трансформации планировки или объема помещений. Это позволяет создавать гибкие пространства, способные меняться в зависимости от потребностей и задач.

Многофункциональные залы, которые обладают возможностью изменения конфигурации, адаптации их под различные цели имеют свою давнюю историю. Пространство свободной планировки для архитектурного факультета Иллинойского технологического института было спроектировано Людвигом Миссом ван дер Роэ еще в 1938 г. (рис. 4) [11]. Помещения, предназначенные для обучения, могут быть адаптированы под проведение культурных мероприятий или спортивных тренировок. В настоящее время преимущества мобильного пространства используют при приспособлении исторических промышленных объектов

[2]The world's greenest museum opened. Режим доступа: https://calacademy.org/press/releases/rebuilding-project-fact-sheet (дата обращения: 18.12.2023).
[3]Greentowers-setting a New Global Standard. Transforming Deutsche Bank's Head Office into a Green Buildinghttps. Режим доступа: https://uli.org/wp-content/uploads/ULI-Documents/GP-Deutsche-Bank.pdf (дата обращения: 18.12.2023).

зального типа под различные функции общественного характера (рис. 5) [12]. Однако адаптивность архитектурного пространства не ограничивается только его физическими параметрами – важным аспектом является интеграция смежных областей, таких как информационные технологии. Например, системы умного управления помещениями позволяют автоматически регулировать освещение, температуру и мощность вентиляционных установок.

Таблица 1. Показатели экологической устойчивости здания штаб-квартиры Дойче Банка во Франкфурте-на-Майне и здания Академии наук в Калифорнии
Table 1. Indicators of environmental sustainability of the Deutsche Bank headquarters building in Frankfurt am Main and the Academy of Sciences building in California

№	Показатели	Штаб-квартира Дойче Банка во Франкфурте-на-Майне	Здания Академии наук в Калифорнии
1	Переработка материалов	переработка 30 500 т материалов с повторным использованием строительных материалов при строительстве	– переработка 9 000 т бетона, 12 000 т стали. В конструкции здания использовалось 95 % переработанной стали; – изоляция стен здания была основана на переработанных джинсах; – 32 000 т песка, добытого при раскопках фундамента, было использовано для проектов по восстановлению дюн в Сан-Франциско
2	Тепловая энергия	экономия потребления составила 67 % в год по отношению к прежним показателям	потребление составило на 30 % меньше энергии, чем того требует федеральный закон
3	Электрическая мощность	экономия 55 % потребления электроэнергии к прежним показателям	почти 100 % электроэнергии поступает из экологически чистых источников
4	Сокращение использования воды	– экономия 74 % в год; – сокращение требуемого объема питьевой воды на 26 000 м^3 в год; – использование инновационной водосберегающей технологии GreenGain, которая минимизирует затраты воды на смыв в туалете и составляет на 30 % меньше, чем в традиционных системах	– экономия 32 % в год ниже по сравнению с базовым показателем уровня LEED, благодаря безводным писсуарам и смесителям с низким расходом, унитазам и душевым насадкам; – почвенный слой толщиной 15 см на крыше служит естественной изоляцией и ежегодно удерживает около 14 млн л дождевой воды от превращения в ливневые стоки
5	Выбросы CO2	сокращение на 89 % в год	сокращение на 5 375 т в год
6	Улучшение качества труда	после реконструкции улучшенными условиями труда смогут воспользоваться еще до 600 сотрудников	90 % офисных помещений будут иметь естественное освещение и вентиляцию

Если говорить о пространстве, то гибкость и мобильность имеет здесь большое значение. Гибкий архитектурный дизайн общественных пространств – это способ содействия социальным связям и устойчивому развитию территорий. Фактически, целью создания гибких пространств является создание новых пространств для требуемых функций путем простых структурных изменений.

В качестве примера можно привести работу студентов-архитекторов по разработке модульной конструкции. На факультет архитектуры, ландшафта и дизайна в Дэниелсе обратилась фирма, которой необходимо было разработать модульный элемент, который помещался бы в их офисе, а в развернутом виде занимал определенное место на открытом воздухе [13].

При этом требовалось, чтобы модули могли нести различную функциональную нагрузку (рис. 6, 7): использоваться в качестве мобильной библиотеки, классной комнаты на открытом воздухе, стенда для фермерского рынка и тележки с едой и др.

Рис.3. Здание Media-Tic, Барселона, архитектор Энрик Руле-Гели, 2009 г.[4]
Fig.3. Media-Tic building, Barcelona, architect Enric Ruiz Geli, 2009

Рис. 4. Архитектурный факультет Иллинойского технологического института, архитектор Людвиг Мисс ван дер Роэ, 1938 г. [11]
Fig. 4. Architecture Department of the Illinois Institute of Technology, architect Ludwig Mies van der Rohe, 1938 [11]

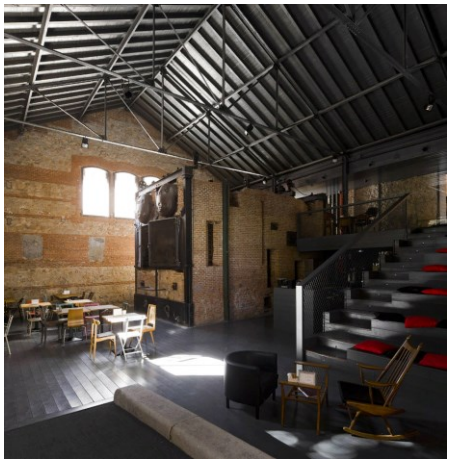


Рис. 5. Общественные пространства в бывших скотобойнях в Мадриде, фото Пономарева А.В.
Fig. 5. Public spaces in former slaughterhouses in Madrid

[4]Здание Media-Tic, Барселона, архитектор Эрик Руле-Гели. Режим доступа: https://www.worldconstructionnetwork.com/projects/media-tic/?cf-view (дата обращения: 18.12.2023).

Рис. 6. Модуль в сложенном виде [16]
Fig. 6. The module is folded [16]

Рис. 7. Модуль развернут в общественном пространстве [16]
Fig. 7. The module is deployed in a public space [16]

Видоизменение формы объекта в зависимости от показателей внешней среды было предложено авторами конкурсного проекта многофункционального комплекса для Арктики (рис. 8).

В период полярной зимы архитектурный облик объекта представляет собой закрытую форму, образуемую наклонными структурными сэндвич-панелями. Когда наступает короткое полярное лето, фасад трансформируется. Изменения фасада заключается в повороте и фиксации в горизонтальном положении структурных сэндвич-панелей. Наружная оболочка трансформируется в козырьки и возникает новое пластическое решение фасадов с большими окнами и лоджиями. Арктическое солнце не поднимается высоко над горизонтом, но делает почти полный оборот по небосводу, максимально инсолируя все внутренние объемы здания.

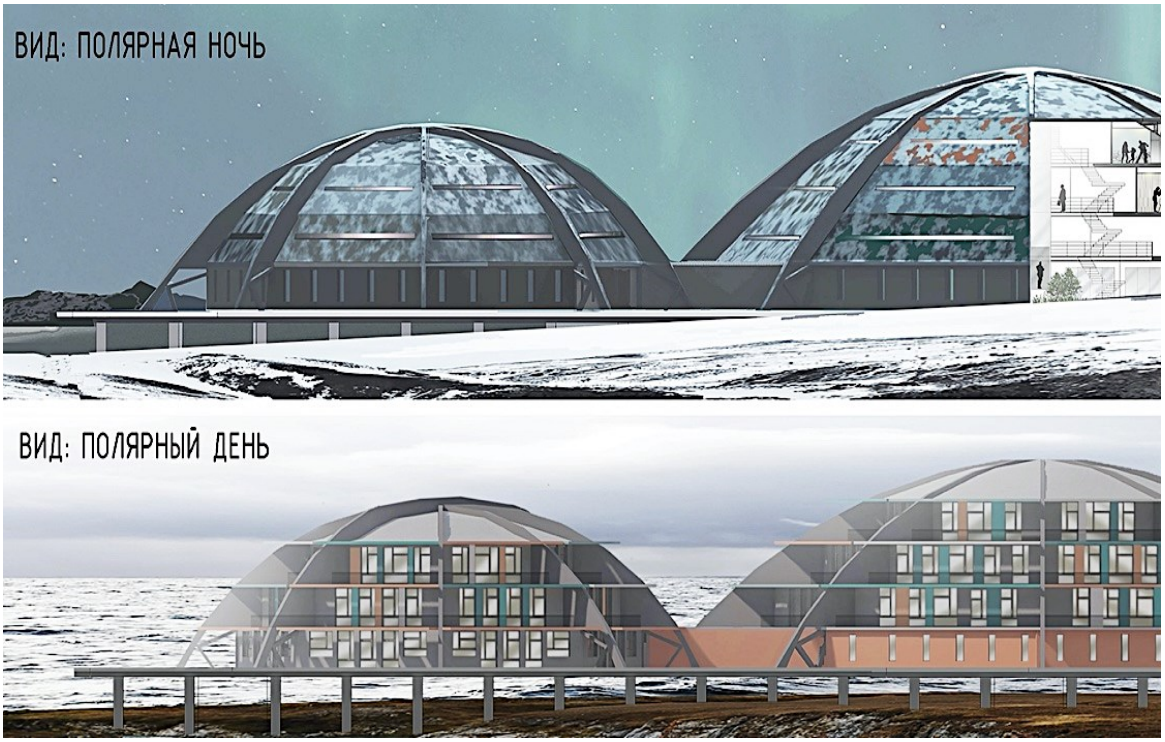


Рис. 8. Многофункциональный комплекс для Арктической зоны, 2022 г.[5]
Fig. 8. Multifunctional complex for the Arctic zone. Project, 2022

[5]Возможности адаптивной архитектуры // Вестник. Зодчий. 21 век. 2023. № 2 (87). С.18–21. EDN: JTPWIQ.

Такая схема позволяет сезонно наблюдать два совершенно разных архитектурных облика объекта: «Полярная ночь» и «Полярный день». Таким образом, достаточно простой конструктивный прием открывания и закрывания панелей позволяет глубоко менять сезонную пластику фасадов и вместе с тем достаточно эффективно корректировать схему теплопотерь.

На этом примере можно констатировать тот факт, что в проект закладываются конструктивные системы, способные изменить свою форму в зависимости от средовых характеристик. Это достигается с помощью использования гибких материалов и модульных систем.

Рассмотренные примеры позволили выявить показатели, характеризующие данный адаптивный метод, а также принципы, в соответствии с которыми формируются эти элементы, применительно к разным средам: внутреннее пространство, городское общественное пространство и здание (табл. 2).

Так, если для зданий (как объемного элемента) работают все принципы формирования гибкой и мобильной среды, то для помещения и городского пространства в части их объемно-пространственных характеристик работает только принцип рациональной взаимосвязи элементов.

Оценивая рабочий режим сред, этих пространств не был зафиксирован принцип развития во времени, который напрямую связан с кластерной организацией объекта.

Таблица 2. Принципы формирования гибкости и мобильности элементов
Table 2. Principles of the formation of flexibility and mobility of elements

№	Показатели	Принципы	Помещение	Городская среда	Здание
1	Исполнение мобильной системы	ресурсная минимизация	•	•	•
2		технологичность исполнения элементов	•	•	•
3	Объемно-пространственные характеристики	рациональная взаимосвязь элементов	•	•	•
4		автономность	–	–	•
5		кластерное моделирование	–	–	•
6	Рабочий режим	эксплуатационная эффективность	•	•	•
7		трансформационность	•	•	•
8		развитие во времени	–	–	•

Интерактивность – взаимодействие человека, цифровых технологий и пространства

Создание интерактивных сред – одно из активно развивающихся направлений в архитектуре и дизайне. Исследователи и практики активно занимаются поиском решений в нескольких направлениях, одним из них является использование сенсорных технологий и систем управления для создания интеллектуальных архитектурных решений. Здания могут быть оснащены сенсорами, которые проводят мониторинг окружающей среды и реагируют на ее изменение, чтобы обеспечить комфортные условия для пользователей [14].

При проектировании общественных пространств большое значение имеют исследования потребностей людей. Применение интеллектуальных технологий позволяет нам собирать данные, необходимые для анализа информации, которая может направлять развитие пространств и дать представление о том, как их можно использовать более эффективно. Важным является фиксация психоэмоционального состояния восприятия пространств с различным набором элементов.

В одном из исследований был применен подход, называемый «Биокартирование». Люди, участвующие в эксперименте, добровольно надевали датчики во время прогулки или езды на велосипеде по общественным пространствам в различных городских районах, при этом фиксировалось, когда они чувствовали тревогу, счастье, страх, волнение и многие другие эмоции. Измерение стало возможным благодаря реакции потовых желез на эмоциональное восприятие, при этом различные эмоции отображают отличительные паттерны данных, позволяющие записывать точное время и местоположение каждой эмоциональной реакции, а также характер самой реакции в режиме реального времени в сочетании с данными о местоположении GPS. Затем составляется «эмоциональная карта» маршрута каждого добровольца. Ощущения людей можно было бы связать с соответствующими

явлениями, такими как яркий свет, темнота, уличное движение, зелень, скопление людей и шум. Тревога была особенно выражена в местах с оживленными дорожными развязками, толпами людей и большим количеством шума и визуальной стимуляции. Собранные данные позволили исследователям получить информацию о том, как наилучшим образом организовать пространство и управлять его функциональностью, чтобы сделать его менее напряженным и более удобным для людей.

Дизайнерские средства играют важную роль в адаптации средовых элементов [15]. Их применение развивается во многих направлениях – от кинетических арт-объектов до среды с высокой интерактивностью и применением дополнительной реальности [16]. Дизайнерская мысль находит новые способы взаимодействия людей с окружающей средой, одним из ярких примеров применения дизайнерских компонентов в процессе адаптации среды – работы нидерландского дизайнера Даана Рузгарда. Этот новатор создает ландшафт, исследуя вопросы отношений между людьми, технологиями и пространством (рис. 9). Одним из его проектов, реализованных в 2014-м г., является 600 метровая велосипедная дорожка, созданная из мерцающих камней, покрытых фосфоресценцией. Дорожка не только обеспечивает безопасность для велосипедистов, но и создает впечатляющий визуальный эффект, камни на дорожке в темное время суток образуют своего рода световое шоу [17]. Еще одним интересным проектом Даана Рузгарда является реализованный проект «умной» автострады. Он предложил использовать специальную дорожную разметку, которые реагируют на погодные условия и, например, в случае гололедицы разметка может изменить свой цвет, предупреждая водителей о возможной опасности. Применения дизайнерских компонентов в адаптации среды – это важный шаг в создании будущих инновационных решений, которые смогут удовлетворить потребности и ожидания людей в эпоху быстро меняющихся технологий.

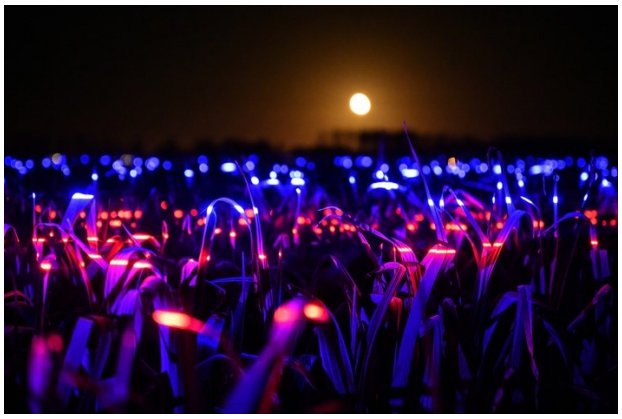


Рис. 9. «Футуристический ландшафт» на поле с луком пореем, художник Даан Рузгард, 2014 [18]
Fig. 9. A futuristic landscape on a field with onions, Daan Rosegaard, 2014 [18]

Рис. 10. Инсталляция Маркоса Новака [19]
Fig. 10. Installation by Marcos Novak [19]

Новой возможностью для создания интеллектуальной и адаптивной городской среды является одно из направлений исследования в области информационных технологий. Развитие цифровой архитектуры в направлении разработки использования нанотехнологий способствует созданию материалов, обладающих уникальными свойствами, такими как прочность, гибкость, устойчивость, а также взаимодействие с окружающей средой [20]. Одним из исследователей в этой области является Маркос Новак. Он использует алгоритмические методы для проектирования реальных, виртуальных и гибридных интеллектуальных сред (рис. 10). Стремясь расширить определение архитектуры, включив в него электронное пространство, он разработал концепцию «жидкой архитектуры», где она будет имитировать поведение биологических систем, адаптироваться к изменяющимся условиям, оптимизировать использование ресурсов и создавать комфортную среду для проживания.

ВЫВОДЫ

Адаптивная архитектура представляет собой сложную, многоаспектную область, которая объединяет различные дисциплины и направление исследований, позволяющие создавать инновационные устойчивые

архитектурные решения, отвечающие на современные вызовы и потребности общества:

1. Энергоэффективность является ключевым аспектом адаптивной архитектуры, учитывающим принципы устойчивого развития и энергоэффективности, включая использование возобновляемых источников энергии, оптимизацию использования ресурсов и создание устойчивых экосистем. В работе, при сравнении показателей энергоэффективности, озонобезопасности и экологичности платиновых лауреатов LEED, требуемые характеристики одни из ключевых для «зеленого строительства».

2. Гибкость и мобильность являются функциями архитектурных пространств и сред, выражающимися в адаптационных процессах, готовностью к изменениям, реагирующим на запрос пользователей. В работе выявлены принципы гибких и мобильных элементов, проанализирована их применимость для различных сред: внутреннее пространство, городское общественное пространство и здание. Это позволило определить действенность этих принципов при проектировании гибких и мобильных элементов различного использования.

3. Интерактивность среды, как взаимодействие трех составляющих человека, пространства и цифровых технологий, также является важным аспектом адаптивной архитектуры. Наряду с созданием комфортной среды, современные цифровые технологии, такие как дополненная и виртуальная реальность, являются глобальными задачами. Они позволяют архитекторам создавать более точные и наглядные проекты.

Кроме того, использование больших данных и аналитики дают возможность прогнозировать развитие городов, учитывая многоаспектность этого развития, и принимать обоснованные решения в области архитектуры и градостроительства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Zolotareva M.V., Ponomarev A.V. Responsive Architecture as a Synthetic Field in Architecture and Construction // Proceedings of the 6th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. ICCATS 2022. Lecture Notes in Civil Engineering. 2023. Vol. 308. P. 58–69. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21120-1_6.
2. Видищева Е.А., Никифорова В.А., Ковчун А.А., Видищева Д.Д. Экологически эффективное строительство: российский и зарубежный опыт // Труды Братского государственного университета. Серия: естественные и инженерные науки. 2017. Т. 2. С. 116–119. EDN: XNZMIP.
3. Керимова Н.А., Нефедов В.А. Ландшафтная организация буферных пространств архитектурных объектов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2010. № 191. С. 67–77. EDN: OIOTYP.
4. Бергман А.В. Некоторые аспекты анализа мирового опыта создания линейных парков // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. Т. 9. № 3 (30). С. 594–605. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-3-594-605. EDN: PTOTRX.
5. Иванихина А.А., Янакова Л.Г., Золотарева М.В. Иммерсивные технологии как метод интеграции цифровых технологий в парковое пространство // Системные технологии: научно-практический журнал. 2023. № 3 (48). С. 214–218. https://doi.org/10.55287/22275398_2023_3_214. EDN: EHESRZ.
6. Зима А.Г. «Зеленая» архитектура как современное релевантное архитектурное направление // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. № 4 (30). С. 74–79. EDN: PKXGFF.
7. Стахеев О.В., Бравова Е.Е. Тенденции в организации энергоэффективной высотной застройки // Региональные архитектурно-художественные школы. 2011. № 1. С. 163–165. EDN: SCBNPP.
8. Храмов И.В. Ипатова П.И. О возможности изменений внутреннего и внешнего пространства в адаптивной архитектуре // Инженерный вестник Дона, 2024, № 3, С. 24-16.
9. Фролова Н.А. Под зеленым ковром // Archi.ru. 2008. Режим доступа: https://archi.ru/world/9436/pod-zelenym-kovrom (дата обращения: 08.11.2023).
10. Храмов И.В. Энергосберегающие технологии и архитектурная пластика в адаптивной архитектуре Крайнего Севера // Системные технологии 2023, выпуск 3 (48), С. 20-26
11. Русева В. Людвиг Мис ван дер Роэ. М.: Директ-Медиа, 2015. 72 с.
12. Бергман А.В. Информационно-культурные центры как элемент кластерной концепции в исторических поселениях Ростовской области // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве. Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (г. Екатеринбург, 02–03 ноября 2021 г.). Екатеринбург, 2021. С. 9–10. EDN: UJSEQG.
13. Reza Nik Mobile, Mobilize, Mobilizer // Safe in Public Space. Режим доступа: https://www.safeinpublicspace.com/content/reza (дата обращения: 08.11.2023).
14. Заплаткина И.М., Золотарева М.В. Практика применения технологии дополненной реальности в архитектуре и строительстве // Современные проблемы истории и теории архитектуры

Сборник материалов VII Всеросс. науч.-практ. конф. Посвящается 190-летию со дня основания Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (ЛИСИ – СПбГАСУ) (г. Санкт-Петербург, 08–09 ноября 2022 г.). СПб, 2022. С. 250–257. EDN: TMURCG.
15. Иванихина А.А., Золотарева М.В. Иммерсивные технологии как синтетическая область восприятия среды // Сб. материалов XIII регионального творческого форума с междунар. участием «Архитектурные сезоны в СПбГАСУ» (г. Санкт-Петербург, 17–30 апреля 2023 г.). СПб, 2023. С. 150–151. EDN: MSEMLL.
16. Пономарев А.В., Золотарева М.В. Цифровизация образования и специфика сбора цифрового следа студентов творческих специальностей // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 2 (41). С. 286–293. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-2-286-293. EDN: EYONRU.
17. Ачковский И.А., Золотарева М.В. Инновационные методы оснащения современных парковых пространств // Сб. научных трудов студентов магистратуры кафедры дизайна архитектурной среды. СПб, 2023. С. 13–17. EDN: ESTJBA.
18. Muzdakis M. Dazzling Outdoor Installation Uses «Light Recipes» To Sustainably Inspire Plant Growth // My Modern Met. 2021. Режим доступа: https://mymodernmet.com/daan-roosegaarde-grow/ (дата обращения: 08.11.2023).
19. Macellari M. Marcos Novak // Bloghista-per-caso. Режим доступа: https://bloghistapercaso.blogspot.com/2015/06/marcos-novak.html?m=0 (дата обращения: 08.11.2023).
20. Золотарева М.В., Пономарев А.В. Адаптивная архитектура и новые подходы к организации средовых элементов // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13. № 4 (53). С. 90–98. https://doi.org/10.17673/Vestnik.2023.04.12. EDN: BEIZAN.

REFERENCES

1. Zolotareva M.V., Ponomarev A.V. Responsive Architecture as a Synthetic Field in Architecture and Construction. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. ICCATS 2022. Lecture Notes in Civil Engineering*. 2023. Vol. 308. p. 58-69. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21120-1_6.
2. Vidishcheva E.A., Nikiforova V.A., Kovchun A.A., Vidishcheva D.D. Environmentally Efficient Construction: Russian and Foreign Experience. *Proceedings of Bratsk State University. Series: natural and engineering sciences.* 2017;2:116-119. (In Russ.). EDN: XNZMIP.
3. Кerimova N.A., Nefedov V.A. The Landscape Organization of Architectural Objects' Buffer Spaces. *News of the St. Petersburg Forestry Academy.* 2010;191:67-77. (In Russ.). EDN: OIOTYP.
4. Bergman A.V. Key Aspects of an Analysis of the Global Experience of Creating Linear Parks. Izvestiya vuzov. *Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2019;9(3):594-605. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-3-594-605. EDN: PTOTRX.
5. Ivanikhina A.A., Yanakova L.G., Zolotareva M.V. Immersive Technologies as A Method of Integrating Digital Content into Park Space. *Sistemnye tekhnologii: nauchno-prakticheskii zhurnal = System technologies: scientific-practical journal.* 2023;3(48):214-218. (In Russ.). https://doi.org/10.55287/22275398_2023_3_214. EDN: EHESRZ.
6. Zima A.G. “Green” Architecture as A Modern Relevant Architectural Direction. *Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region*. 2019;4(30):74-79. (In Russ.). EDN: PKXGFF.
7. Stakheev O.V., Bravova E.E. Trends in Organizing Energy-Efficient High-Rise Buildings. *Regional architectural and art schools.* 2011;1:163-165. (In Russ.). EDN: SCBNPP.
8 Khramov I.V. Ipatova P.I. On the possibility of changes in internal and external space in adaptive architecture // Engineering Bulletin of the Don, 2024, No. 3, pp. 24-16.9.
9.Frolova N.A. Under The Green Carpet. *Archi.ru*. Available from: https://archi.ru/world/9436/pod-zelenym-kovrom [Accessed 8th November 2023].
10. Khramov I.V. Energy-saving technologies and architectural plasticity in adaptive architecture of the Far North. System technologies 2023, issue 3 (48), pp. 20-26
11. Ruseva V. *Ludwig Mies van der Rohe*. Moscow: Direct-Media; 2015. 72 p. (In Russ.).
12. Bergman A.V. Information and Cultural Centers as an Element of the Cluster Concept in Historical Settlements of the Rostov Region. *New Information Technologies in Architecture and Construction. Materials of The IV International Scientific and Practical Conference.* 02–03 November 2021, Ekaterinburg. Ekaterinburg; 2021, p. 9-10. (In Russ.). EDN: UJSEQG.
13. Reza Nik Mobile, Mobilize, Mobilizer. *Safe in Public Space*. Available from: https://www.safeinpublicspace.com/content/reza [Accessed 8th November 2023].
14. Zaplatkina R.M., Zolotareva M.V. The Application of Augmented Reality (Ar) in Architecture Engineering and Construction. *Modern Problems of History and Theory of Architecture. Collection of Materials of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference. Dedicated to The 190th Anniversary of The Founding of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (LISI – SPBGASU).* 08–09 November 2022, Saint Petersburg. Saint Petersburg; 2022, p. 250-257. (In Russ.). EDN: TMURCG.

15. Ivanihina A.A., Zolotareva M.V. Immersive Technologies as a Synthetic. *Collection of Materials of the XIII Regional Creative Forum with International Participation «Architectural Seasons in SPBGASU».* 17–30 April 2023, Saint Petersburg. Saint Petersburg; 2023. p. 150-151. (In Russ.). EDN: MSEMLL.
16. Ponomarev A.V., Zolotareva M.V. Digitalisation of Education and Specificity of Collecting the Digital Footprint of Students in Creative Disciplines. Izvestiya vuzov. *Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2022;12(2):286-293. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-2-286-293. EDN: EYONRU.
17. Achkovskiy I.A., Zolotareva M.V. Innovative Methods of Equipping Modern Park Areas. *Collection of Scientific Works of Master's Students of the Department of Architectural Environment Design.* Saint Petersburg; 2023. p. 13-17. (In Russ.). EDN: ESTJBA.
18. Muzdakis M. Dazzling Outdoor Installation Uses «Light Recipes» To Sustainably Inspire Plant Growth. *My Modern Met*. 2021. Available from: https://mymodernmet.com/daan-roosegaarde-grow/ [Accessed 8th November 2023].
19. Macellari M. Marcos Novak. *Bloghista-per-caso*. Available from: https://bloghistapercaso.blogspot.com/2015/06/marcos-novak.html?m=0 [Accessed 8th November 2023].
20. Zolotareva M.V., Ponomarev A.V. Responsive Architecture and New Approaches to The Organization of Environmental Elements. *Gradostroitel'stvo i arhitektura = Urban Construction and Architecture.* 2023;13;4(53):90-98. (In Russ.). https://doi.org/10.17673/Vestnik.2023.04.12. EDN: BEIZAN.

Информация об авторе

Пономарёв Александр Валентинович,
доцент кафедры истории и теории архитектуры,
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
190005, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-ая Красноармейская, 4,
Россия,
✉e-mail: arbi@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-3290-3285
Author ID: 1233368

Information about the author

Aleksandr V. Ponomarev,
Associate Professor of the Department
of History and Theory of Architecture,
Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering,
4, 2nd Krasnoarmeyskaya St.,
St. Petersburg, 190005, Russia,
✉e-mail: arbi@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-3290-3285
Author ID: 1233368

Вклад автора

Автор провел исследование, подготовил рукопись к печати и несет ответственность за плагиат.

Contribution of the author

Autor has conducted the study, prepared the manuscript for publication and bears the responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Conflict of interests

The author declare no conflict of interests regaring the publication of this article.

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

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 01.04.2024.
Одобрена после рецензирования 19.04.2024.
Принята к публикации 23.04.2024.

Information about the article

The article was submitted 01.04.2024.
Approved after reviewing 19.04.2024.
Accepted for publication 23.04.2024.

Научная статья
УДК 72.012+699.841+711.4
EDN: JGERJA
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-418-434

Архитектоника жилых зданий Прибайкалья в структуре геосистемы

О.И. Саландаева[1,2]✉
[1]Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия
[2]Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Исследование формирования жилых зданий в природно-климатических условиях Прибайкалья и исследование проблем взаимодействия совокупности ряда особенностей компонентов геосистемы в контексте формирования жилой среды в сейсмических условиях позволяет объемно структурировать задачи гармонизации составляющих и взаимосвязанных компонентов геосистемы – компонентов природных территориальных систем, социально-экономических и природно-общественных пространственных систем с целью повышения качества архитектуры жилых зданий, обеспечения их устойчивости и комфорта для разных типов групп населения. Исследована многоступенчатая структура материально организованной пространственной среды для жизнеобеспечения населения с учетом перемен социально-экономических условий. Природные, территориальные, градостроительные компоненты, влияющие на формирование устойчивых жилых зданий, соответствующие современным архитектурным требованиям, позволили выявить общенаучные теоретические изыскания структуры геосистемы, был исследован исторический опыт, а также опыт отечественного и зарубежного формирования жилой среды, жилых зданий и их комплексов. Выявлены основные взаимоопределяющие факторы развития архитектуры жилых зданий и их комплексов в геосистеме: динамика пространственно-временного развития жилых зданий и их комплексов, влияние развития жилых зданий и их комплексов на процессы взаимодействия компонентов, взаимодействие жилых зданий и их комплексов в структуре геосистемы. Обозначены некоторые концептуальные направления формирования жилых зданий и их комплексов, в том числе регулируемые и саморегулируемые в определенных существующих и потенциально изменяющихся условиях геосистемы Прибайкалья.

Ключевые слова: жилые здания, жилые комплексы, жилая среда, архитектурное моделирование, геосистема, сейсмичность

Для цитирования: Саландаева О.И. Архитектоника жилых зданий Прибайкалья в структуре геосистемы // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 418–434. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-418-434. EDN: JGERJA.

Original article

Architectonics of residential buildings in the Baikal region as part of its geosystem

Olga I. Salandaeva[1,2]✉
[1]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia
[2]Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

Abstract. Research into the development principles of residential areas in the natural and climatic conditions of the Baikal region, taking into account various interactions within the geosystem under seismic conditions, contributes to harmonizing the constituent and interconnected geosystem components. These include natural territorial, socio-economic, and natural-public spatial systems. Such research is aimed at improving the quality of architecture of residential buildings, ensuring their sustainability and comfort for different population groups. This article investigates the multi-stage structure of a materially organized and life-supporting spatial environment considering changes in socio-economic conditions. Natural, territorial, and urban planning components that determine the formation of sustainable residential buildings

meeting the modern architectural requirements were investigated. This enabled the theoretical foundations of the geosystem structure to be revealed. The historical experience of forming residential environment, residential buildings, and their complexes both in Russia and abroad was studied. The main interrelated factors in the development of the architecture of residential buildings and their complexes in the geosystem were determined. These include the dynamics of spatial and temporal development of residential buildings and their complexes, the impact of such development on the processes of component interaction, and the interrelation of residential buildings and their complexes in the geosystem structure. Conceptual directions in the formation of residential buildings and their complexes under the existing and changing conditions of the Baikal region geosystem, including those regulated and self-regulated, are outlined.

Keywords: residential buildings, residential complexes, residential environment, architectural modeling, geosystem, seismicity.

For citation: Salandaeva O.I. Architectonics of residential buildings in the Baikal region as part of its geosystem. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):418-434. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-418-434. EDN: JGERJA.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование жилой среды, как компонента геосистемы, в общенаучном представлении позволяет сопоставить все составляющие элементы ее структуры и их свойства, в том числе пространственные границы с компонентами геосистемы.

Данная работа ориентирована на изучение пространственной архитектуры жилых зданий, в том числе антропогенных комплексов и ландшафтов – селитебных комплексов населенных пунктов, от локальных населенных мест до мегаполисов.

Лесные, водные, сельскохозяйственные и промышленные, а также дорожные комплексы отмечены только в контексте средовых и целеполагающих факторов, таких как ландшафтная пространственная структура, деятельность человека (населения), коммуникации и др. Эволюция развития архитектуры жилых зданий, начиная с древнейших объектов, дошедших до нашего времени, просматривается как самостоятельное выражение пространственных архитектурных сооружений в геосистеме и предполагаемых моделей социального развития. Объекты новых и новейших исторических периодов можно проследить как пространственные архитектурные модели в геосистеме, тесно связанные с социально-экономическими условиями во времени. Особенности моделирования современных жилых зданий в условиях цифровых технологий (проектных, строительных, информационных, а также виртуализация) открывают новые подходы к технологиям производства, информационно-пространственному формированию и философии жилища.

Рассмотрены деформация архитектурного пропорционирования, особенности современных архитектурных деталей и проблема потребности очеловечивания архитектурных масштабов жилища.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исторический, отечественный и зарубежный опыт формирования жилой среды, архитектурно-пространственной структуры жилых зданий и их комплексов в данной работе рассматривается в контексте взаимодействия с природным комплексом в структуре геосистемы, т.е. компонентов природных территориальных систем, социально-экономических и природно-общественных пространственных систем, характеризующих местные особенности структуры геосистемы (ландшафта).

Особое внимание уделено анализу национальных и традиционных типов жилища, как типов, формировавшихся в условия геосистемы. Рассмотрен субъективный творческий опыт некоторых архитекторов и объективные условия формирования типов жилища.

Типология современных жилых зданий, жилых комплексов и многофункциональных жилых комплексов в отечественном и зарубежном опыте строительства представлена как взаимодействие элементов в структуре геосистемы в широком понимании и структуре города в частности.

Обозначены задачи оптимизации современного подхода к обеспечению устойчивости зданий с одной стороны и задачи обеспечения высокого качества архитектуры жилых зданий с учетом положения зданий в структуре города. Рассмотрены средства повышения качества архитектуры жилых зданий разной

социальной принадлежности, в том числе путем актуального архитектурного моделирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Преподаватель Института Гражданских Инженеров Императора Николая I Михаил Красовский еще в 1916 г., в первой и единственно вышедшей части его курса истории русской архитектуры «Деревянное зодчество», указывал, что «…зодчества каждого народа, только что осевшего на новых местах, всегда находится в тесной связи с географическими условиями этих мест, даже и в том случае, если народ этот обладает известной долей культуры и уже успел выработать кое-какие строительные приемы, живя на своей первоначальной родине.

Связь эта продолжает оставаться тесной до того времени, когда народ, образовав государство, достигнув высокой ступени культуры и заведя оживленные сношения не только с ближайшими соседями, но и с отдаленными странами, получает возможность привозить к себе те строительные материалы, в которых родина ему отказывает, но которые становятся ему необходимыми для постройки зданий, удовлетворяющих его развившимся потребностям и облагороженным культурой вкусам»[1].

Развитие типов жилища от самых древних, дошедших до нашего времени зданий и сооружений, в данной работе представлено только в структуре, которая характеризует наиболее явные типологические признаки: размеры, социальную принадлежность, стилистические и национальные особенности.

Древнейшие типы жилища, такие как руины двенадцати селений, которые сохранились в каньоне Гран-Чако (одно из них Пуэбло-Бонито, занимает территорию около 1 га и в нем могли проживать до 1200 человек, 950–1300 гг.) свидетельствуют о высокой культуре строительства традиционной архитектуры, формировании пространственно-планировочной структуры с учетом местных особенностей и высокой социальной общности народа (рис. 1).

Уникальный древний город Мачу-Пикчу (памятник Юнеско), руины которого сохранились до наших дней, имеет единую композиционную концепцию и более того все постройки города ориентировались на астрономические показания: «Место, где привязывали солнце» [1–10].

Эволюция развития архитектурных сооружений, начиная с древнейших объектов и народных типов жилища, просматривается как самостоятельное выражение пространственных архитектурных сооружений в геосистеме и предполагаемых моделей социального развития, что указывает на первостепенную связь с местом строительства (рис. 2).

Рис. 1. Пуэбло-Бонито в каньоне Гран-Чако. Общий вид строения. Ситуационный вид местности
Fig. 1. Pueblo Bonito in the Gran Chaco Canyon. General view of the building. Situational view of the area

[1]Красовский М.В. Курс истории русской архитектуры. Часть 1. Деревянное зодчество. Петроград: Товарищество Р. Голике и А. Вильборгъ, 1916. 406 с.

Традиционные жилища в природных горах ландшафтах Циньба в провинции Сычуань западной части Китая соответствуют характеру горных территорий, контурам склонов (рис. 3, 4, 5). Конфигурация жилых домов в известной мере свободна как в планировочном отношении, так и гибко варьируется по высоте с учетом склонов местности для минимизирования воздействия жилищ на природную среду. В условиях ограничений, продиктованных горным рельефом, преимущественно используются традиционные жилища простые в плане, компактные и имеющие минимальную площадь застройки, гибкие по организации пространства и доступные в строительстве [10–15].

Рис. 2. Традиционные народные жилища: иглу, типи, трулли, танаконен
Fig. 2. Traditional folk dwellings: igloo, tipi, trulli, tanakonen

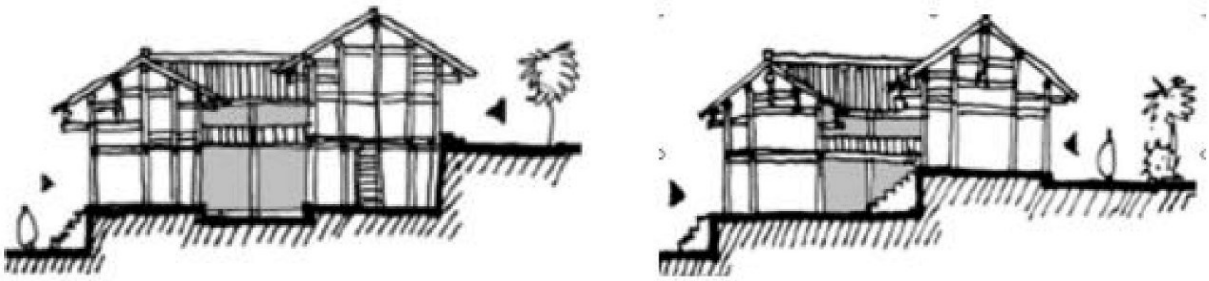


Рис. 3. Форма здания и пространство двора адаптированы к перепаду высот местности
Fig. 3. The shape of the building and the space of the courtyard are adapted to the height difference of the terrain

Объемно-пространственные структуры и организация местных зданий правильные и адоптированы к климатическим условиям. Здания преимущественно г-образной формы, в которой восточная часть здания длиннее западной. Таким образом, при резком колебании дневных и ночных температур, длинная восточная часть здания позволяет избежать резкого нагревания дворового пространства от прямых солнечных лучей, а вечером западная часть здания позволяет продлить солнечное облучение и предотвратить слишком быстрое

понижение температуры во дворе. Направления проветривания здания и дворового пространства в летний период осуществляется и регулируется через двери и окна, в зимний период окна с северной стороны не открывают [15–17].

Опыт формирования городов берет свое начало с архитектуры Древней Греции, давшей импульс развитию инженерных строительных наук: основам геометрии, механики и статики.

Греческие города в эпоху эллинизма строго дифференцировались по назначению зданий: общественные (административные, торговые, культовые и зрелищно-торговые) и частные. Сформировалась регулярная планировочная структура города, основанная на прямоугольной сетке «гипподамова система».

Строго геометрическая трассировка улиц применялась независимо от рельефа территории.

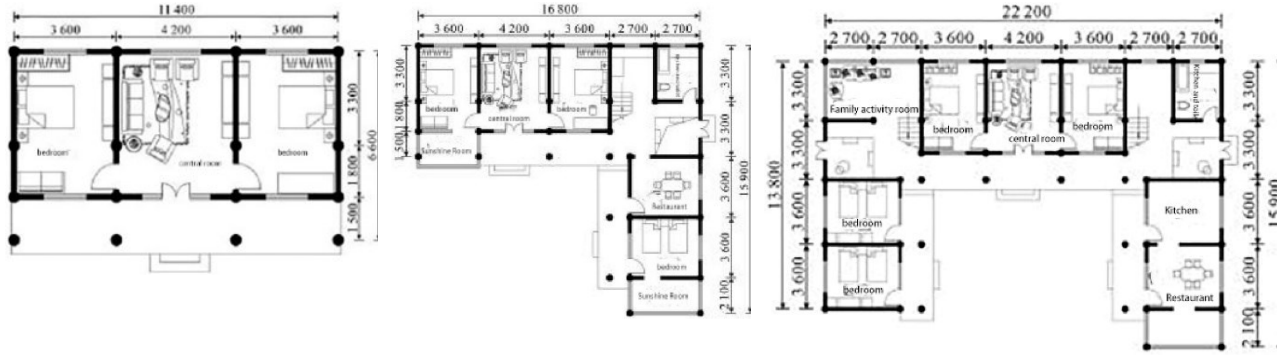


Рис. 4. Типичные планировочные решения зданий (традиционные жилища в Циньба)
Fig. 4. Typical planning solutions for buildings (traditional dwellings in Qingba)

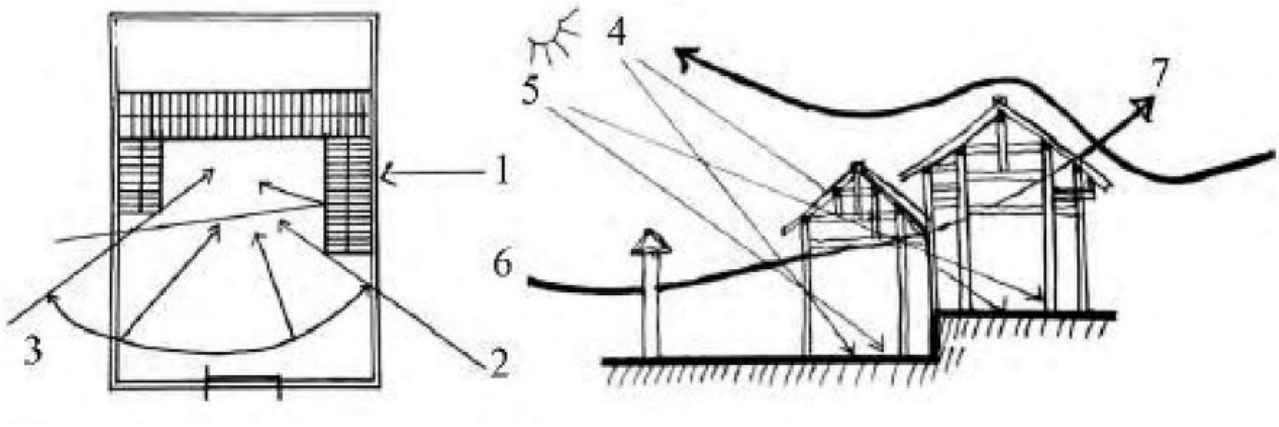
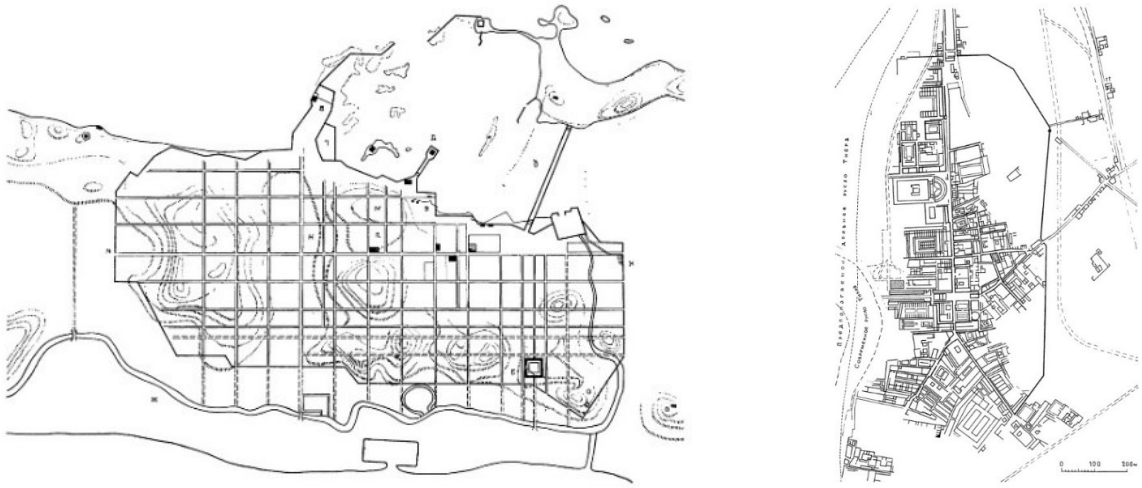


Рис. 5. Схема проветривания жилища (традиционное жилище в Циньба): 1 – ветер; 2 – полуденный солнечный свет; 3 – полуденное солнце; 4 – летний солнечный свет; 5 – зимний солнечный свет; 6 – направление летнего ветра; 7 – направление зимнего ветра
Fig. 5. Dwelling ventilation diagram (traditional dwelling in Qingba): 1 – wind; 2 – afternoon sunshine; 3 – the afternoon sun; 4 – summer sunshine; 5 – winter sunshine; 6 – summer wind direction; 7 – winter wind direction

Римские города дифференцировались по функциям зданий: ремесленно-торговые, административно-культурные, военные лагеря и др. Планировочная структура городов находилась в прямой зависимости от функционального назначения, местоположения и свойств территории.

Планировочная система небольших городов и военных лагерей преимущественно регулярная. Крупные города, особенно расположенные на рельефе, не имели правильной планировочной структуры. Значительная доля городов развивалась на основе военных лагерей и имела регулярную планировочную систему, основанную на двух основных направлениях, пересекающихся под прямым углом улиц – кардо и декуманус. Планировочные схемы городов античного мира отображают четкую графику основных транспортно-пешеходных коммуникаций и форм начертания

опорных элементов планировочной структуры поселений (рис. 6). Монофункциональность древних городов в современном градостроительстве сменилась на многофункциональность с каким-либо преобладающим направлением.



а *б*

Рис. 6. Города античного мира: а – Александрия Египетская[2]; б – Остия[3]
Fig. 6. Cities of the ancient world: a – Alexandria of Egypt; b – Ostia

Современные структуры планировочных решений городов формируются на основе девяти базовых типов, их вариативности, специфических условиях геосистемы и в большей степени природного каркаса города и его исторического развития, что обеспечивает каждому городу уникальность планировочной структуры не только относительно функционального зонирования, формообразования, но и социализации. Следовательно, потенциальные возможности пространственного формирования городов, опирающиеся на базовые планировочные структуры, значительно расширяются в условиях рационального подхода к использованию условий геосистемы, в том числе всех планировочных элементов города – систем магистралей, дорог, пешеходных систем, в зависимости от функционального назначения рельефа территории и ландшафтных условий и др.

Объекты новых и новейших исторических периодов прослеживаются как пространственные архитектурные модели в геосистеме, тесно связанные с социально-экономическими условиями во времени. Особенности моделирования современных жилых зданий в условиях цифровых технологий (проектных, строительных, информационных, а также виртуализации) открывают новые подходы к технологиям производства, информационно-пространственному формированию и философии жилища. Современные подходы к формированию жилой среды в большой мере зависят от социально-экономических факторов, что нередко приводит к игнорированию особенностей «места», в том числе стилистических, а также деформации масштабов архитектурного пропорционирования зданий и современных архитектурных элементов, вследствие чего прочитывается проблема потребности очеловечивания архитектуры жилища и ее масштабов. Для исследования развития культуры жилой застройки и жилых зданий на территориях с повышенной сейсмичностью необходимо выявление комплекса их взаимодействий в структуре геосистемы. Современное прочтение понятия геосистемы последовательно расширяется. Еще в XVIII в. Татищев В.Н. утверждал «…новый взгляд: география есть описание “предела” – области или страны по четырем аспектам: астрономическому, физическому, политическому и историческому»[4].

В своих трудах о рациональном

[2]Города Древней Греции эпохи эллинизма // Totalach. Режим доступа: https://antique.totalarch.com/gha_grece/5/4 (дата обращения: 18.09.2023).
[3]Основные типы городов Римской империи // Totalach. Режим доступа: https://antique.totalarch.com/gha_roma/3/3 (дата обращения: 18.09.2023).
[4]География. Современная энциклопедия // GUFO.ME. Режим доступа: https://gufo.me/dict/geography_modernenc/%D0%A2%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%89%D0%B5%D0%B2 (дата обращения 24.07.2023).

использовании природных ресурсов в географической среде Арманд Д.Л. наряду с общегеографическими научными задачами указывал на изучение влияния «…деятельности человеческого общества на природу… Взаимодействие компонентов природы, имеющих хозяйственное значение», требования «…использования природных ресурсов, обеспечивающих их возобновление» в случае использования возобновляемых ресурсов (невозобновляемые ресурсы – оптимизация).

В проблематике, возникающей в результате деятельности человека, речь шла о разрушении почвенного покрова, загрязнении воды, воздуха, шумовом загрязнении и о соблюдении двух принципов: «…потреблять только такое количество возобновляемых природных ресурсов, которое человечество в состоянии воспроизводить; производить только такую продукцию, отходы которой могут быть полностью минерализованы или возвращены в полезный оборот»[5].

«В основе построений С.В. Калесника – идея о целостности природы. Отдельные компоненты ландшафтной оболочки рассматриваются им с точки зрения их роли в формировании этой оболочки, как единого целого»[6]. Понятие геосистема введено в науку академиком Сочава В.Б. в 1980-х гг. «Система географических наук: А – учение о геосистемах; Б – учение о территориальных системах; В – учение о территориально-производственных системах; ГТ – географическая тектология; СТР – страноведение; ЭЧ – экология человека; БГ – биогеография; ГЖН – география животного населения; ГБ – геоботаника; ГП – география почв; ГМ – геоморфология; КЛ – климатология; ГД – гидрология; ПА – пространственный анализ природно-географических явлений; ГПР – география природных ресурсов» [19]. В трудах 80-х гг. акцентируется внимание на климатическую структуру геосистем: Коломыц Э.Г. – температурные режимы, увлажнение почвы и воздуха; Сурова Н.А. – зимние режимы и снежные покровы и др. [12]. В настоящее время понимание геосистемы, как системы компонентов географической оболочки, связанных потоками вещества, энергии и информации, включает в себя понятие природных территориальных систем, населения и хозяйства. Влияние природных (природный каркас) и градостроительных условий, в том числе геологической среды, как многокомпонентной дискретной динамической природной системы на формирование сейсмически устойчивой застройки, следует рассматривать как обстоятельства, концептуально определяющие формирование планировочной структуры застройки, пространственной структуры зданий, взаимосвязей, габаритов, формы (табл. 1). Представленная модель сейсмического воздействия на жилую среду в геосистеме указывает на основные типы землетрясений, результаты воздействия землетрясений на компоненты жилой среды и вторичные факторы риска природного и техногенного характера (рис. 7). Приемы объемно-пространственного моделирования застройки с учетом сейсмического воздействия, физико-геологических, геодезических и градостроительных условий вырабатываются индивидуально на каждой строительной площадке с учетом характеристик природных условий территорий по степени благоприятности для застройки (табл. 2). Сейсмическую уязвимость жилой застройки усугубляют увеличение числа городского населения и его плотность, усложнение инфраструктуры, несоответствие зданий требованиям сейсмостойкого строительства, физический, сейсмический и моральный износ строительного фонда, экстремальные архитектурные, инфраструктурные и градостроительные элементы и другие факторы. По данным Max Roser в России происходит спад численности населения. Приток в городах происходит за счет миграции населения. Возникает задача – рекультивация и переориентирование использования брошенных ранее освоенных территорий.

На территории Иркутской области на разных исторических этапах в результате воздействия деятельности человека на природный комплекс, в том числе строительства, происходили геологические процессы, а именно трансформация ландшафтов и изменения, влияющие на такие факторы, как тектонические движения и климат.

На начальном дореволюционном этапе освоения территорий современной Иркутской области, начиная со строительства Иркутского острога и далее первых поселений, исторические документы, в том числе письма Я.И. Похабова и изображения Иркутска в «Чертежной книги Сибири» С.У. Ремезова свидетельствуют, что деятельность ограничивалась развитием сельского хозяйства (растениеводство, животноводство, рыбная ловля и пр.) и строительством из дерева крепостных (оборонительных) сооружений, изб, усадебных и хозяйственных построек (с умеренной вырубкой лесов).

[5]Арманд Д.Л. Географическая среда и рациональное использование природных ресурсов. М.: Наука, 1983. 236 с.
[6]Калесник С.В. Академия наук СССР. Материалы к библиографии ученых СССР. Серия географических наук, вып.

Таблица 1. Основные характеристики природных условий территорий по степени благоприятности для застройки
Table 1. Main characteristics of the natural conditions of territories according to the degree of favorableness for development

№ п/п	Природные факторы	Категории территорий		
		Благоприятные	**Неблагоприятные**	**Особо неблагоприятные**
1	Рельеф	Уклон от 0,5 до 10 %	Уклон до 0,5 % и от 10 до 20 %, гористых до 30 %	Уклон свыше 20 %, гористых – 30 %
2	Грунты	Расчетное сопротивление от 1,5 кг/см^2	Расчетное сопротивление от 1,0 до 1,5 кг/см^2	Расчетное сопротивление менее 1,0 кг/см^2
3	Гидрогеологические условия	Безнапорный водоносный горизонт на глубине более 3 м	Безнапорный водоносный горизонт на глубине 1–3 м	Водоносный горизонт на глубине менее 1 м
4	Затопляемость	Незатопляемые или затопляемые не чаще 1 раз в 100 лет	Расположенные между линиями затопления	Затопляемые
5	Заболоченность	Отсутствует	Торфяники слоем менее 2 м	Торфяники слоем более 2 м
6	Овраги	Незначительные – глубиной до 3 м	Недействующие глубиной до 10 м	Интенсивное овраго-образование глубиной свыше 10 м

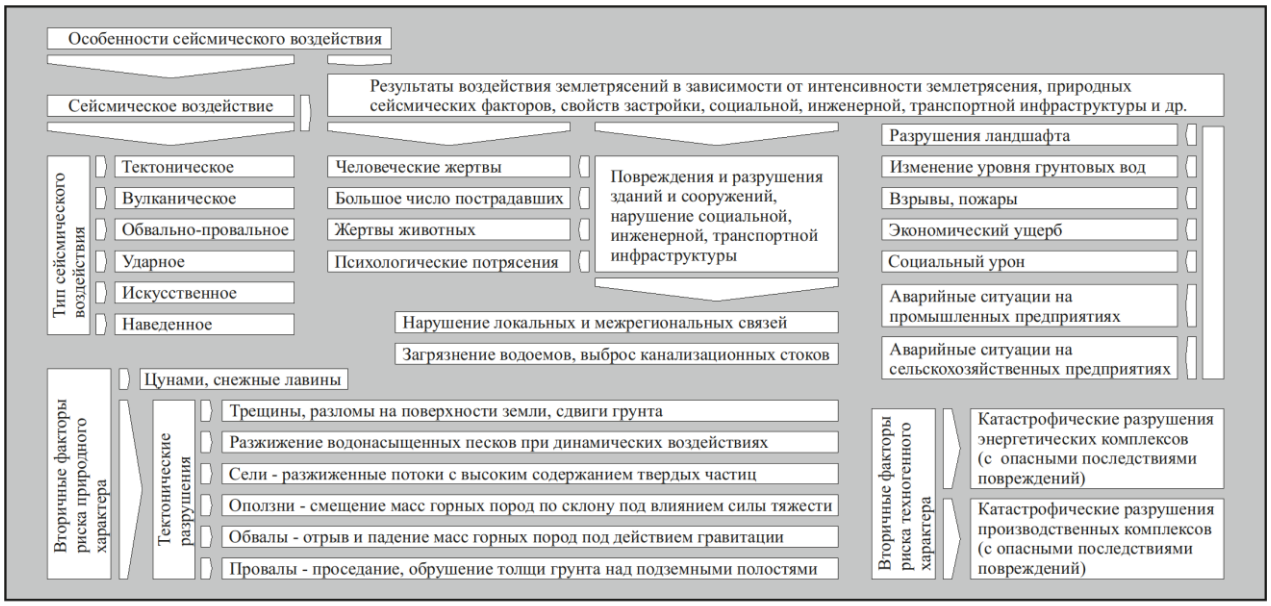


Рис. 7. Модель сейсмического воздействия на жилую среду в геосистеме; автор – О.И. Саландаева
Fig. 7. Model of seismic impact on the living environment in the geosystem; author – O.I. Salandaeva

При формировании города началось строительство каменных зданий, в том числе часовен и церквей. При этом природная и геодинамическая среда не изменялась.

Архитектурная школа жилищного строительства на послереволюционном этапе (после революции 1917 г.) представлена преимущественно в историческом центре города.

Таблица 2. Планировочные типы жилых зданий для массового жилищного строительства в зависимости от активности рельефа территории
Table 2. Planning types of residential buildings for mass housing construction depending on the activity of the territory's topography

№ п/п	Уклон территории	Характеристика территории	Планировочные типы жилых зданий для массового жилищного строительства
1	< 5 %	Пологий	Приемлемы все типы планировочных систем жилых зданий
2	5–10 %	Умеренный	Приемлемы все типы планировочных систем жилых зданий, с компоновкой в соответствии с особенностями рельефа
3	10–20 %	Сильный	Приемлемы все типы планировочных систем жилых зданий, рекомендуются специальные типы планировочных систем первых этажей с учетом особенностей рельефа
4	20–50 %	Крутой	Здания террасной планировочной системы (по рельефу), с ориентацией, обеспечивающей нормативную инсоляцию; здания блокированные (перпендикулярно рельефу, по рельефу), с ориентацией, обеспечивающей нормативную инсоляцию
5	50–100 %	Очень крутой	Не используются для массового жилищного строительства, только индивидуальные постройки

Архитектор Миталь К.В. спроектировал жилые дома по ул. Лапина, 8 и переулок Пионерский, 10. Кербель Б.М. – жилой дом по ул. Богдана Хмельницкого, 1. Янко Е.Ф. – жилой дом по ул. К. Маркса, 31 и жилые дома с магазинами в уровне первого этажа по ул. Ленина, 24, ул. Фурье,15 и др. Жилищное строительство на индустриальном этапе приобрело массовый характер, и в этом направлении получило свое развитие на начальном этапе деревянных, а далее преимущественно кирпичных, крупнопанельных жилых зданий:

1. Жилые здания из кирпича – 3, 4, 5-этажные жилые дома с малометражными квартирами из кирпича серии 1-306с (с 1960-х гг.) и 5-этажные жилые дома из кирпича серии 114 (1972–1990 гг.).

2. Жилые здания крупнопанельные – с неполным каркасом высотой в 4-5 этажей серии 1-335с (1959–1969 гг.) и модернизированной серии 1-335-АС (1970–1980 гг.); 5-этажные дома серии 1-464АС (1964–1994 гг.); 5-этажные дома серии 135с (1978–1990 гг.) и 9-этажные дома серии 135с (1977–1990 гг.) состоят из унифицированной неизменяемой части блок-секции и набора рядовых, торцевых, угловых, поворотных, а также блок-секции с пожарным проездом, элементов блокировки, сочетание которых обеспечивает различный набор квартир (такое построение серии позволило повысить градостроительную маневренность и создать необходимое художественное разнообразие застройки); здания серии И-163 (1977–2008 гг.) составляют значительную часть жилого фонда таких городов, как Иркутск, Ангарск, Зима, Усолье-Сибирское, Шелехов и др.

Основной целью массового строительства индустриальных жилых зданий являлось обеспечение благоустроенным жильем населения в короткие сроки. Повышение уровня благоустройства жилых зданий повлекло за собой развитие линейных инженерных коммуникаций. В связи с особенностями индустриального строительства, а именно в большей степени унификаций, здания так же, как и индустриальные изделия приобретали унифицированные формы, стандартные планировочные решения, немногочисленные типы отделки фасадов, отказ от многих типов архитектурных элементов. При решении экономических задач жилищного строительства жилые здания поступательно приобретали однотипный характер. И только точечно в городской структуре появлялись «акцентные» жилые здания, построенные по авторским архитектурным проектам, такие как объекты архитектора Павлова В.А. – жилые дома в Академгородке, в Микрорайоне Байкальский, по ул. 5 Армии, 16, пр. Маршала Жукова, 1 и др.

На этапе индустриального развития территорий – роста энергетических, промышленных, добывающих предприятий, транспортных и инженерных коммуникаций, промышленное и гражданское строительство возникли существенные техногенные нагрузки:

– нарушение динамического состояния крутых склонов - подрезка и др. (способствуют оползневым процессам);

– подтопление территорий, утечки из инженерных коммуникаций (способствуют суффозионно-просадочным, оползневым процессам и изменению физико-механических свойств грунтов);

– вновь сформированные техногенные грунты и водоносные горизонты (способствуют оползневым процессам);

– нарушение дернового покрытия (способствует развитию эрозии, оврагообразованию);

– плотная застройка, сплошные дорожные и пешеходные водонепроницаемые покрытия без ливневой канализации (предупреждает некоторые процессы линейной эрозии, при неорганизованном большом стоке атмосферных осадков способствует развитию эрозии, осадочным, провальным геологическим процессам);

– крупные жилые массивы (способствуют уплотнению и изменению структуры грунта);

– крупные жилые массивы с глубоким заложением фундаментов, подземными частями здания близкому к уровню грунтовых вод с инфильтрационной подпиткой преимущественно техногенного характера (повышают риск подтопления территории, образование заболоченных массивов, пойменных озер как результат барражного эффекта).

Техногенные факторы изменения геологической среды территории города Иркутска (по А.В. Кадетовой) представлены на рис. 8 [17–20].

Рис. 8. Техногенные факторы изменения геологической среды территории города Иркутска (по А.В. Кадетовой)
Fig. 8. Technogenic factors of changing the geological environment territory of the city of Irkutsk (according to A.V. Kadetova)

Архитектура жилых зданий в переходный (постперестроечный) период формировалась в условиях адаптации существующей (разрушенной) индустриальной базы, возникновения новых строительных направлений и условиях высокой сейсмичности территорий. Происходила модернизация жилых крупнопанельных домов серии И-163 после проведения экспериментальных исследований по оценке сейсмостойкости здания, в результате была разработана серия И-163.02/94 – 10-этажных жилых домов с улучшенными планировочными и конструктивными решениями, а также с широким рядом компоновочных типов (на базе лаборатории сейсмостойкого строительства ИЗК СО РАН и ООО «Спецпроект»). Велось строительство 9-, 12-, 16-этажных жилых домов с каркасом, адаптированному к местным условиям, серии 1.120с с безригельным каркасом, по проектам института «Иркутскгражданпроект», для площадок сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов из изделий завода ОАО «Сибавиастрой», выполненных с учетом натурных испытаний. Также осваивалось проектирование и строительство монолитных жилых домов с каркасной и перекрестно-стеновой конструктивными системами. Массовое строительство жилых зданий из монолитного железобетона в г. Иркутске началось в 2004 г. с 7- и 12-этажных зданий. Преимущественно применялись планировочные решения зданий секционного типа, размеры и типология квартир формировалась согласно требованиям рынка недвижимости и местоположения зданий в структуре

«городской ткани». Большую популярность приобрели многофункциональные жилые комплексы (рис. 9).

Согласно СП 116.13330.2012 в Иркутской области зарегистрированы следующие проявления опасных геологических процессов: оползни, карст, подтопление, пучение, наледеобразование, термокарст, затопление. Результаты воздействия деятельности человека на природный комплекс в Прибайкалье на разных исторических этапах повышения интенсивности хозяйственного, промышленного и энергетического развития Прибайкалья свидетельствуют о том, что компоненты геосистемы, в том числе сейсмогеологические условия территорий являются изменяемыми. В результате исследований разработана система взаимодействия жилых зданий, жилой застройки и природного гидрогеологического комплекса, потенциально влияющих на сейсмичность территории (табл. 3). Структурные элементы жилой застройки Прибайкалья (жилые здания как представители типов жилых зданий массового применения; инфраструктура – социальная, транспортная и инженерная) рассмотрены в качестве преобразующиеся компоненты геосистемы в процессе эксплуатации и при воздействиях природных факторов.

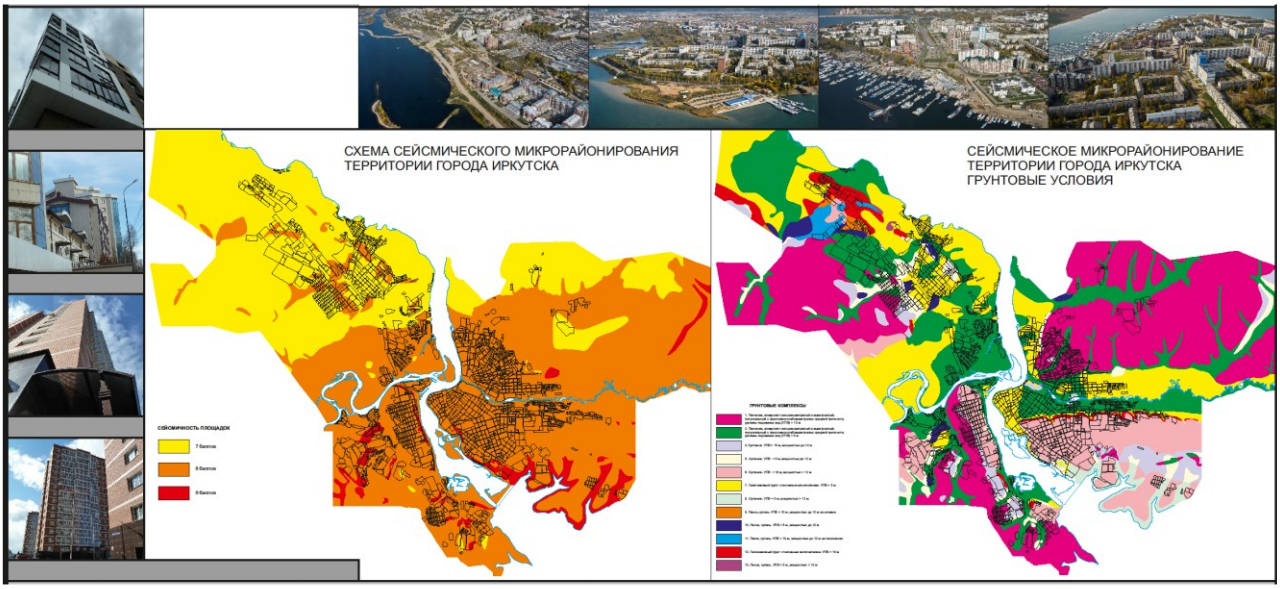


Рис. 9. Схемы сейсмического микрорайонирования, грунтовых условий территории г. Иркутска и типологические образцы застройки и жилых зданий
Fig. 9. Seismic microzoning schemes, soil conditions territory of the city of Irkutsk and typological samples of buildings and residential buildings

В настоящее время построены и ведется активное строительство жилых комплексов на разных площадках города разной этажности и с разными архитектурными концептуальными подходами, но комплексными функциональными решениями, формирующими пространство комфортным и обеспеченным инженерной, транспортной и социальной инфраструктурами посредством адаптации к выбранной территории и с учетом существующей градостроительной структуры.

К таким жилым комплексам можно отнести: жилой комплекс «Сибиряков» (Верхняя Набережная,171/6 стр.) по проекту Сибирского проектного института (рис. 10); клубный дом «Бабр» на ул. Красного Восстания, 24 (главный архитектор проекта А.Ю. Янова, главный конструктор проекта Д.А. Макаревича (рис. 11)); жилой комплекс «СОЮЗ PRIORITY», проезд Юрия Тена, 14/8 стр. по проекту Проектной организации ООО АБ «АСноВА», г. Екатеринбург (главный архитектор проекта О.А. Прилуцкая, главный конструктор А.П. Кренделев (г. Иркутск) (рис. 12)); жилой комплекс «Стрижи сити» (рис. 13) и др.

При формировании пространственной структуры жилых зданий значительными являются факторы, влияющие на оптимизацию комфортной, устойчивой жилой застройки и жилых зданий – факторы формообразования в определенных климатических и ландшафтных условиях с учетом сейсмогеологических, т. е. интеграция архитектурно-пространственной структуры в геосистему с учетом предварительного прогнозирования возможного воздействия антропогенных нагрузок.

Таблица 3. Взаимодействие структуры жилой застройки, жилых зданий и природного гидрогеологического комплекса, потенциально влияющее на сейсмичность территории
Table 3. The interaction of the structure of residential development, residential buildings and natural hydrogeological complex, potentially affecting the seismicity of the territory

№ п.п.	Свойства и проявления структуры жилой застройки, жилых зданий	Взаимодействие структур		Реакция – отзыв природного гидрогеологического комплекса
1		**Исходное взаимодействие**		
1.1		→ увеличение массы жилых зданий приводит к увеличению статических нагрузок от здания на основание	← уплотнение и изменение структуры грунта	
1.2		→ крупные жилые массивы с глубоким заложением фундаментов, подземными частями здания близкому к уровню грунтовых вод с инфильтрационной подпиткой преимущественно техногенного характера	← повышение риска подтопления территории, образования заболоченных массивов, пойменных озер, как результат барражного эффекта	
1.3		→ плотная застройка, сплошные дорожные и пешеходные водонепроницаемые покрытия без ливневой канализации	← предупреждает некоторые процессы линейной эрозии, при неорганизованном большом стоке атмосферных осадков способствует развитию эрозии, осадочным, провальным геологическим процессам	
1.4		→ жилые массивы на крутых склонах с подрезкой грунта и выполнением других работ	← нарушение динамического состояния крутых склонов, оползневые процессы	
1.5		→ благоустройство жилой застройки с нарушением дернового покрытия	← развитие эрозии, оврагообразование	
2		**Возможные эксплуатационные воздействия**		
2.1		→ подтопление территорий, утечки из инженерных коммуникаций	← суффозионно-просадочные, оползневые процессы, изменение физико-механических свойств грунтов	
2.2		→ формирование «культурного слоя»	← изменение структуры грунта	
2.3		→ перестройки, пристрои, надстрои	← см. «Исходное взаимодействие»	

Рис. 10. Жилой комплекс «Сибиряков»
Fig. 10. Residential complex Sibiryakov

Рис. 11. Клубный дом «Бабр»
Fig. 11. Club House Babr

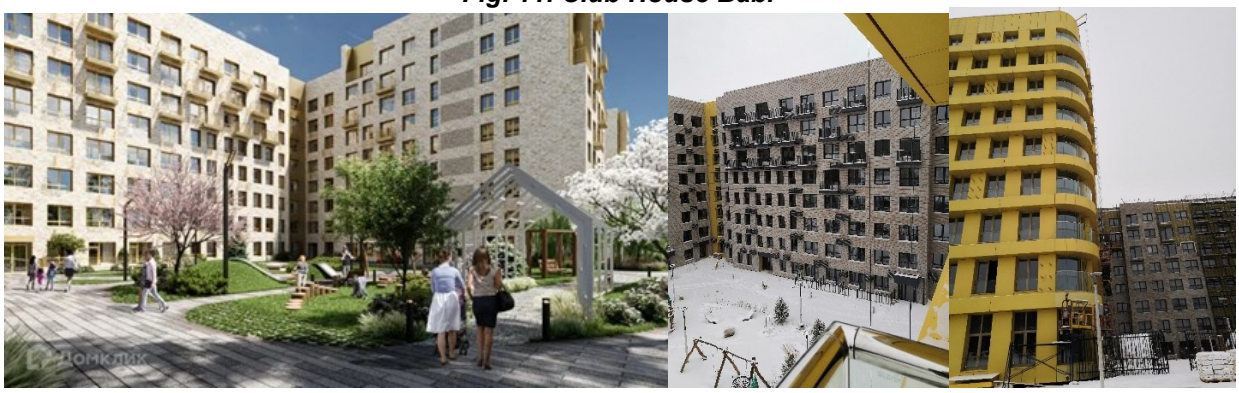


Рис. 12. Жилой комплекс «СОЮЗ PRIORITY»
Fig. 12. Residential complex SOYUZ PRIORITY

Рис. 13. Жилой комплекс «Стрижи сити»
Fig. 13. Residential complex Strizhi City

Таким образом, при решении многокритериальной задачи формирования жилых зданий в геосистеме можно воспользоваться математической моделью: $\begin{cases} F(x) \to \max \\ x \in D \end{cases}$, где D – множество потенциальных архитектурных решений, F(x) – векторная функция архитектурного аргумента x, представляется как F(x)={f1(x), f2(x), … , fk(x)}, где f1(x), f2(x), … , fk(x) – скалярные функции векторного архитектурного аргумента x, каждая из которых

является математическим выражением одного критерия оптимальности архитектурного решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенности современных развивающихся городов выражаются в активном, иногда импульсивном темпе преобразования некоторых структурных элементов города и их взаимосвязей. Преобразования диктуются интенсификацией технологий строительства, коммуникаций, в том числе информационных с одной стороны и преобразованием видов деятельности человека, его социальной активности, динамикой возрастных изменений с другой стороны. Преобразования в селитебной части пространства, а именно жилых, общественно-деловых и смешанных зон, рекреационных зон, взаимодействующих между собой, влекут за собой преобразование транспортно-пешеходных и инженерных коммуникаций, в том числе межрегиональных.

Все пространственные преобразования элементов городской структуры происходят в рамках существующего природно-экологического каркаса. Распространено строительство жилых комплексов в зонах, априори являющимися рекреационными.

Новые архитектурно-пространственные композиции и архитектоника жилых зданий в структуре геосистемы приобретают все более функциональный характер, часто игнорирующий психоэмоциональные и эстетические составляющие архитектуры зданий с одной стороны и природные аффилиации с другой стороны.

Существующие же жилые, как правило, точечной застройки, здания часто подавляются масштабом и стилистикой вновь построенных зданий, которые не учитывают такие категории, как композиция, стиль, образ, пластика существующих зданий.

Значимые природно-экологические факторы для современного «устойчивого развития» города, а именно геологические и сейсмогеологические условия, учитываются в контексте обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений, климатические условия, световые и инсоляционные факторы в контексте обеспечения санитарно-эпидемиологических требований и т. п. При этом часто игнорируются инструменты, способствующие сохранению и улучшению природной экосистемы в той части, где это не продиктовано нормативными проектными требованиями.

Современные инструменты решения вышеуказанных задач ориентированы на обеспечение прогностической сейсмостойкости зданий в части их конструктивных решений, соответствующих определенным габаритам и ограничениям по их конфигурации, а также на некоторые требования по организации эвакуации. При этом существуют дополнительные инструменты оптимизации использования территорий под застройку, в том числе архитектурные, ориентированные на снижение антропогенной нагрузки, а также инструменты регенерации и преобразования ранее использованных и ныне неэффективных территории. Обозначены некоторые концептуальные направления формирования жилых зданий и их комплексов, в том числе регулируемые и саморегулируемые в определенных существующих и потенциально изменяющихся условиях геосистемы Прибайкалья:

– характер стилистических и планировочных решений с учетом климатических условий, в том числе сейсмичности и особенностей ландшафта;

– разнообразие архитектуры жилых зданий в соответствии с родом деятельности и типом населения;

– природные ресурсы и материалы для строительства;

– цифровые и информационные системы коммуникаций и взаимодействия населения в развивающейся во времени жилой среде в структуре города.

Положительный баланс взаимодействия компонентов геосистемы при антропогенном воздействии является основополагающим фактором формирования архитектурно-пространственной структуры жилой застройки, жилых зданий и обеспечение защиты человека от воздействия негативных внешних факторов, в том числе сейсмического воздействия и вторичных явлений сейсмического воздействия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Арманд Д.Л. Географическая среда и рациональное использование природных ресурсов. М.: Наука, 1983. 236 с.
2. Белаш Т.А., Зенченкова Д.В. Сейсмостойкие конструкции крупнопанельных зданий // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 3. С. 130–137. https://doi.org/10.22337/2077-9038-2019-3-130-137. EDN: TAHRZI.

3. Бержинская Л.П., Саландаева О.И., Базаров А.Д., Киселев Д.В., Дэмбэрэл С. Оценка сейсмической надежности современной застройки г. Улаанбаатара // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2014. № 1. С. 49–54. EDN: RSQMYR.
4. Галич М. История доколумбовых цивилизаций. М.: Мысль, 1990. 407 с.
5. Зейферт М.Г. Градостроительные аспекты реконструкции жилой среды // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2004. № 1 (2). С. 21–24. Режим доступа: https://izvestija.kgasu.ru/ru/nomera-zhernala/arkhiv-zhurnala (дата обращения: 23.12.2023).
6. Исаченко А.Г., Шляпников А.А. Ландшафты. М.: Мысль, 1989. 504 с.
7. Карпова Н.В. Урбогеосистемный концепт развития современного города: содержание и механизмы реализации // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2022 № 3 (79). С. 85–92. https://doi.org/10.54220/v.rsue.l991-0533.2022.79.3.011. EDN: YVPPPW.
8. Коссаковский В.А., Чистова В.А. Архитектурная композиция жилого дома. М.: Стройиздат, 1990. 237 с.
9. Леггет Р. Города и геология. М.: Мир, 1976. 557 с.
10. Капица А.П. Локальные контрасты в геосистемах: сборник статей. Владивосток: Дальневосточный научный центр, Тихоокеанский институт географии СССР, 1977. 206 с.
11. Букин С.С., Долголюк А.А., Исаев В.И., Тимошенко А.И. Опыт решения жилищной проблемы в городах Сибири в XX – нач. XXI вв. Новосибирск: Параллель, 2008. 216 с.
12. Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О., Бержинский Ю.А., Клячко М.А., Шестоперов Г.С., Стром А.Л. Проект новой Российской сейсмической шкалы // Инженерные изыскания. 2011. № 10. С. 62–71. Режим доступа: https://www.geomark.ru/journals_list/zhurnal-inzhenernye-izyskaniya-102011/ (дата обращения: 23.12.2023).
13. Саландаева О.И., Бержинская Л.П. Градостроительные особенности жилой застройки города Шелехова в условиях высокой сейсмичности // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 6 (77). С. 97–105. EDN: QCRBVH.
14. Саландаева О.И., Бержинская Л.П. Формирование архитектурно-типологического ряда жилых зданий и территорий города Улан-Батора в условиях высокой сейсмичности // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 11 (82). С. 177–186. EDN: RPBKIX.
15. Саландаева О.И. Формирование архитектурно-конструктивных приемов жилой застройки г. Иркутска в условиях высокой сейсмичности // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 2 (97). С. 132–145. EDN: TKOLAF.
16. Сочава В.Б. Теоретическая и прикладная география. Новосибирск: Наука, 2005. 287 с.
17. Нечаева Е.Г., Давыдова Н.Д., Щетников А.И., Кузьмин В.А., Напрасникова Е.В., Семенова Л.Н., Воробьева И.Б. [и др.]. Тренды ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах юга Сибири. Новосибирск: Наука, 2004. 184 с.
18. Тржцинский Ю.Б., Козырева Е.А., Верхозин И.И. Инженерно-геологические особенности Иркутского амфитеатра. Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2005. 124 с.
19. Lin Zhao, Juan Xu Architectural Design of Residential Buildings in Qinba Mountains Based on Knowledge Mapping // Case Studies in Thermal Engineering. 2019. Vol. 14. P. 1–7. https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100412.
20. Nowakowski P. Functional and Aesthetic Aspects of Modernization of Large Panel Residential Buildings // Advances in Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastructure. 2019. Vol. 966. p. 335–346. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20151-7_32.

REFERENCES

1. Armand D.L. *Geographical Environment and Rational Use of Natural Resources*. Moscow: Nauka, 1983. 236 p. (In Russ.).
2. Belash T.A., Zenchenkova D.V. Earthquake-Resistant Design of Large-Panel Buildings. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo = Academia. Architecture and Construction*. 2019;3:130-137. (In Russ.). https://doi.org/10.22337/2077-9038-2019-3-130-137. EDN: TAHRZI.
3. Berzhinskaia L.P., Salandaeva O.I., Bazarov A.D., Kiselev D.V., Demberel S. Seismic Reliability of Modern Housing in Ulaanbaatar City. Seismostoikoe stroitel'stvo. *Bezopasnost' sooruzhenii = Earthquake Engineering. Constructions Safety.* 2014;1:49-54. (In Russ.). EDN: RSQMYR.
4. Galich M. *History of pre-Columbian Civilizations.* Moscow: Mysl, 1990. 407 p. (In Russ.).
5. Zeifert M.G. Urban Planning Aspects of Reconstruction of the Living Environment. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta = News of the Kazan State University of Architecture and Engineering.* 2004;1(2):21-24. Available from: https://izvestija.kgasu.ru/ru/nomera-zhernala/arkhiv-zhurnala [Accessed 23th December 2023] (In Russ.).
6. Isachenko A.G., Shlyapnikov A.A. *Landscapes*. Moscow: Mysl, 1989. 504 p. (In Russ.).
7. Karpova N.V. Urban Geo-Systemic Concept of Modern City Development: Content and Implementation Mechanisms. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINKh) = Vestnik of*

Rostov State University of Economics (RINH). 2022;3(79):85-92. (In Russ.). https://doi.org/10.54220/v.rsue.l991-0533.2022.79.3.011. EDN: YVPPPW.
8. Kossakovskii V.A., Chistova V.A. *Architectural Composition of a Residential Building*. Moscow: Stroyizdat, 1990. 237 p. (In Russ.).
9. Legget R. *Cities and Geology*. Moscow: Mir, 1976. 557 p. (In Russ.).
10. Kapitsa A.P. *Local Contrasts in Geosystems: Collection of Articles*. Vladivostok: Far Eastern Scientific Center, Pacific Institute of Geography of the USSR, 1977. 206 p. (In Russ.).
11. Bukin S.S., Dolgolyuk A.A., Isaev V.I., Timoshenko A.I. *Experience in Solving the Housing Problem in The Cities of Siberia in The XX - Early Years XXI Centuries.* Novosibirsk: Parallel, 2008. 216 p. (In Russ.).
12. Aptikaev F.F., Erteleva O.O., Berzhinskii Yu.A., Klyachko M.A., Shestoperov G.S., Strom A.L. Project of A New Russian Seismic Scale. *Inzhenernye izyskaniya = Engineering Survey*. 2011;10:62-71. Available from: https://www.geomark.ru/journals_list/zhurnal-inzhenernye-izyskaniya-102011/ [Accessed 23th December 2023] (In Russ.).
13. Salandaeva O.I., Berzhinskaya L.P. Town Planning Features of Shelekhov Residential Development Under High Seismicity Conditions. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University.* 2013;6(77):97-105. (In Russ.). EDN: QCRBVH.
14. Salandaeva O.I., Berzhinskaya L.P. Formation of Architectural and Typological Range of Residential Buildings and Areas in Ulaanbaatar Under Conditions of High Seismicity. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University.* 2013;11(82):177-186. (In Russ.). EDN: RPBKIX.
15. Salandaeva O.I. Formation of Architectural and Constructive Techniques for Irkutsk Residential Development Under Conditions of High Seismicity. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University.* 2015;2(97):132-145. (In Russ.). EDN: TKOLAF.
16. Sochava V.B. *Theoretical and Applied Geography*. Novosibirsk: Nauka, 2005. 287 p. (In Russ.).
17. Nechaeva E.G., Davydova N.D., Shchetnikov A.I., Kuz'min V.A., Naprasnikova E.V., Semenova L.N., Vorob'eva I.B. [et al.]. *Trends in Landscape-Geochemical Processes in Geosystems of Southern Siberia.* Novosibirsk: Nauka, 2004. 184 p. (In Russ.).
18. Trzhtsinskii Yu.B., Kozyreva E.A., Verkhozin I.I. *Engineering and Geological Features of the Irkutsk Amphitheater*. Irkutsk: Irkutsk State Technical University. 2005. 124 p. (In Russ.).
19. Lin Zhao, Juan Xu Architectural Design of Residential Buildings in Qinba Mountains Based on Knowledge Mapping. *Case Studies in Thermal Engineering*. 2019;14:1-7. https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100412.
20. Nowakowski P. Functional and Aesthetic Aspects of Modernization of Large Panel Residential Buildings. *Advances in Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastructure.* 2019;966:335-346. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20151-7_32.

Информация об авторе

Саландаева Ольга Ивановна,
доцент кафедры архитектуры
и градостроительства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, Российская Федерация, г. Иркутск,
ул. Лермонтова, 83, Россия,
ведущий инженер отдела сейсмостойкого
строительства,
Институт земной коры СО РАН,
664033, Российская Федерация, г. Иркутск,
ул. Лермонтова, 128, Россия,
✉e-mail: salandaeva@rambler.ru
https://orcid.org/0000-0002-6887-4113
Author ID: 982163

Information about the author

Olga I. Salandaeva,
Associate Professor
of the Department of Architecture
and Urban Planning,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia,
Leading Engineer of the Department
of Earthquake -Resistant Construction,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
128 Lermontov St., Irkutsk 664033, Russia,
✉e-mail: salandaeva@rambler.ru
https://orcid.org/0000-0002-6887-4113
Author ID: 982163

Вклад автора

Автор провел исследование, подготовил рукопись к печати и несет ответственность за плагиат.

Contribution of the author

Autor has conducted the study, prepared the manuscript for publication and bears the responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Conflict of interests

The author declare no conflict of interests regaring the publication of this article.

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

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 11.04.2024.
Одобрена после рецензирования 19.04.2024.
Принята к публикации 24.04.2024.

Information about the article

The article was submitted 11.04.2024.
Approved after reviewing 19.04.2024.
Accepted for publication 24.04.2024.

Научная статья
УДК 721:470.11
EDN: AMGEUE
DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-435-449

Архитектурно-художественный образ историко-мемориального комплекса в Архангельской области

С.Г. Шабиев[1]✉, М.Ю. Тюрин[2]
[1,2]Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет), г. Челябинск, Россия

Аннотация. Исследование посвящено актуальной проблеме формирования историко-мемориального комплекса на острове Мудьюг в Архангельской области. Создается новый архитектурно-художественный образ социокультурной среды, несущий духовное начало и способствующий увековечиванию памяти о трагических событиях прошлого века. Используется широкий инструментарий архитектурной науки, анализ литературных источников и теоретическое обобщение мирового опыта. Было выполнено натурное обследование Шабиевым С.Г. мемориальных комплексов не только в Российской Федерации, но и за рубежом: в Австралии, Канаде, Китае, странах Европы. Был сделан архитектурно-ландшафтный анализ проектируемой территории, проведено исследование потенциально возможных туристических маршрутов и связь с континентальной частью, выявлены основные элементы застройки и благоустройства участка с центром композиции в районе маяка «Белая башня». В результате научных исследований разработан эскизный проект комплекса с оригинальной структурой генплана, который образуется на основе трех лучей маяка. Эти спроецированные на уровень земли лучи включают отдельно стоящие объекты мемориального комплекса и завершаются на берегу Двинского залива с элементами кафе, смотровой площадки и причала. Все лучи содержат также благоустроенные площадки, малые архитектурные формы и открытые выставочные пространства, а также концертные площадки для проведения литературных встреч по теме истории комплекса. Рядом с маяком предусмотрена гостиница на 125 мест. Достигнуто оригинальное архитектурно-планировочное решение объекта, не имеющее аналогов, основанное на новаторских приемах с использованием абстрактных объемов музейного комплекса. Эти объемы символизируют скульптурные формы, художественно отображающие исторические события на острове.

Ключевые слова: архитектурно-художественный образ, историко-мемориальный комплекс, архитектурный ансамбль, остров Мудьюг в Архангельской области, маяк «Белая башня», эскизный проект

Для цитирования: Шабиев С.Г., Тюрин М.Ю. Архитектурно-художественный образ историко-мемориального комплекса в Архангельской области // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 435–449. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-435-449. EDN: AMGEUE.

Original article

Architectural and artistic image of a historical and memorial complex in the Arkhangelsk Oblast

Salavat G. Shabiev[1]✉, Mikhail Yu. Tyurin[2]
[1,2]South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia

Abstract. The study focuses on the problem of creating a historical and memorial complex on the Mudyug Island in the Arkhangelsk Oblast. A new architectural and artistic image of the socio-cultural environment is created, which bears spirituality and perpetuates the memory of the last century's tragic events. This is achieved by a wide toolkit of the architectural science, a review of literature sources review, and a

theoretical generalization of the global experience. S.G. Shabiev conducted field surveys of memorial complexes not only in the Russian Federation, but also in Australia, Canada, China, and European countries. Moreover, an architectural and landscape analysis of the designed area was carried out, along with a study of potential tourist routes and connection to the continental part. The main elements of the site development were identified, with the center of the composition located in the Belaya Bashnya lighthouse area. As a result, the authors developed a conceptual design plan of the complex with an original master plan structure based on three lighthouse beams. These projected ground-level beams include standalone memorial facilities and culminate with the elements of a café, a viewing platform, and a pier on the Dvina Bay shore. All the beams also comprise well-maintained fields, small architectural forms, open-air exhibition spaces, and concert venues for literary events on the historical themes of the complex. Furthermore, the conceptual design plan provides for the construction of a 125-place hotel next to the lighthouse. The study demonstrates an unparalleled architectural and planning solution on the basis of innovative techniques using abstract spaces of the museum complex. These spaces represent sculptural forms, artistically reflecting historical events of the island.

Keywords: architectural and artistic image, historical and memorial complex, architectural ensemble, Mudyug Island in the Arkhangelsk region, lighthouse "White Tower", draft design

For citation: Shabiev S.G., Tyurin M.Yu. Architectural and artistic image of a historical and memorial complex in the Arkhangelsk Oblast. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):435-449. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-435-449. EDN: AMGEUE.

ВВЕДЕНИЕ

Кафедра «Архитектура» Южно-Уральского государственного университета проводит научные исследования и проектные разработки в широком спектре архитектурной науки, включая сложные многообъектные ансамбли, в том числе пространственно развитые мемориальные комплексы.

Расширение строительства историко-мемориальных комплексов объективно обусловлено развитием туристического кластера в масштабе всей страны, что основано на государственной политике Российской Федерации. Это связано с ограничением зарубежных туристических маршрутов и преимущественным ориентиром на отечественную базу, где ресурсы практически неисчерпаемы [1, 2].

Выбор острова Мудьюг в Архангельской области осуществлен на основе анализа территории нашей страны, где выявлена острая потребность в создании специализированного историко-мемориального комплекса.

В годы Гражданской войны, во время интервенции, на острове размещался концентрационный лагерь для военнопленных, где были расстреляны и погибли от болезни более 200 заключенных.

В память об узниках лагеря был установлен обелиск, а в 1934 г. построен музей каторги, который в настоящее время законсервирован и экскурсионные туры по нему не проводятся.

Однако туристы часто посещают остров из-за уникальной природы, что позволяет использовать объект в рекламных целях. Следовательно, повышенное внимание обуславливает необходимость разработки эскизного проекта историко-мемориального комплекса и возможность заинтересовать инвесторов для его реализации.

Точное место территории определено в районе существующего маяка «Белая башня», возведенного в 1830 г. Этот маяк является своеобразным символом острова и его градостроительной доминантой [3].

Целью исследования является создание с помощью архитектурно планировочных приемов современного историко-мемориального комплекса, представляющего собой архитектурный ансамбль для сохранения памяти трагических событий начала XX века.

МЕТОДЫ

В исследовании использованы современные методы архитектурной науки, позволяющие создать уникальный историко-мемориальный комплекс. Проведен анализ и теоретическое обобщение опыта из мировой практики примеров мемориальных комплексов, представляющих собой широкое разнообразие архитектурно-планировочных и образно-художественных решений. Мемориальные комплексы возводятся в связи с потребностью сохранения памяти о важных трагических событиях и исключения их повторения в будущем. Музеи посвящаются событиям Холокоста, депортациям народов, геноциду и массовым репрессиям. Предметные выставки освещают конкретные исторические события, обязательно

интегрируются в экспозицию образовательные и интерактивные материалы, ориентированных на людей разного возраста [4–7].

Музеи становятся не только пространством для сохранения ценных исторических предметов, но и важной частью социальной коммуникации общества. Внимание к негативному прошлому возникает во второй половине XX века как потребность в осмыслении событий Второй мировой войны. В прошлом мемориалы в основном напоминали посетителям о достижениях цивилизации, а сейчас новые музеи повествуют о трагических страницах истории [8–12]. Таким образом, современные мемориальные комплексы становятся новой формой сохранения коллективной памяти [13–21]. Подобная функциональная наполненность современного мемориального музея требует нового подхода к созданию архитектурно-дизайнерского решения зданий[1]. Основная особенность заключается в синтезе традиционных выставочных приемов и современных мультимедийных технологий [22–23].

В зарубежной и отечественной практике можно выделить следующие мемориальные музейные комплексы, оказавшие значительное влияние на тенденции развития данного типа экспозиционных пространств. Израильский музей был основан после окончания Второй мировой войны в 1953 г. и состоит из нескольких крупных мемориалов и выставочных залов (рис. 1).

Центр экспозиции представляет собой помещение шатровой формы (Зал Имен) по периметру которого расположена информация о евреях, пострадавших за годы нацизма. Основное здание выполнено в форме призмы, большая часть которой выбита в толще горы. Естественный свет проникает в помещение только сверху, через стеклянную вершину.

План музея по форме напоминает стрелу длиной 200 метров, которая насквозь пронзает гору с севера на юг. Завершается экспозиция смотровой площадкой, откуда открывается вид на панораму современного г. Иерусалима [24, 25].

Рис. 1. Общий вид музея Холокоста «Яд Вашем» в г. Иерусалиме
Fig. 1. General view of the Holocaust Museum Yad Vashem in Jerusalem

В 1995 г. открыт музейный комплекс, посвященный геноциду армян, в г. Ереване в Армении. Он основан на построенном в 1967 г. Мемориале памяти невинных жертв и представляет собой 44-метровую стелу и конус из 12 плит с Вечным огнем в центре. Новая часть построена на склоне возвышенности Цицернакаберд и полностью находится под землей [26].

В архитектурные формы комплекса заложен символизм, стела изображает волю к возрождению армянского народа. Вдоль нее от основания до вершины проходит глубокий вырез или разлом, разделяющий ее на две части, что символизирует расколотый армянский народ, меньшая часть которого живет в Армении, а большая – по всему миру (рис. 2).

[1]Измайлова С.Ю. Создание музейной выставки: методическое пособие. Казань: Национальный музей Республики Татарстан, 2018. 23 с.

Рис. 2. Музей геноцида армян в г. Ереване
Fig. 2. Museum of the Armenian Genocide in Yerevan

Новое здание Государственного музея-заповедника «Куликово поле» в Тульской области в России построено на территории бывшей деревни Моховое в 2016 г.

Большая часть постройки расположена под землей. Средневековые белокаменные крепостные стены, декорированные рельефами и текстами, являются композиционными акцентами ландшафта. В архитектурном решении считываются многочисленные образные ассоциации – курган как память о погибших воинах, крест, заложенный в форме плана здания, как напоминание о религиозной подоплеке событий Куликовской битвы (рис. 3).

На кровле здания расположена смотровая площадка[2]. Мемориальный комплекс жертвам депортации в г. Париже во Франции расположен в восточной части острова Сите в самом историческом центре. Он посвящен памяти 200 тысяч французских граждан, погибших в годы Второй мировой войны. Его большая часть находится под землей. Основной архитектурный прием – уменьшенный масштаб, выраженный в узких проходах и лестницах, нависающих перекрытиях, мрачном освещении (рис. 4).

Отделка поверхностей аскетичная и представляет собой грубую фактурную штукатурку. Архитектурно-художественный облик музея отражает образ могилы или склепа [27, 28]. В 2014 г. было объявлено о планах строительства нового здания мемориального музея обороны и блокады г. Ленинграда. По итогам конкурса победителем был выбран проект, разработанный архитектурным бюро «Студия 44». В основе композиционной идеи комплекса – супрематическая группа из семи отдельно стоящих тематических башен, символизирующих Скорбь, Огонь, Быт, Науку, Культуру, Голод, Холод и Производство. Все они расположены на пьедестале, окруженном лестницей-амфитеатром, сквозь которую выступают объемы входных групп (рис. 5). Мемориальный комплекс жертвам геноцида в г. Губе в Азербайджане возведен на месте захоронения жертв массовых убийств, случайно обнаруженного в 2007 г. во время строительных работ в городе. Архитектурное решение представляет из себя две бетонные конструкции, символизирующие острые ножи, выходящие из-под земли (рис. 6). В центре основного зала помещен черный мемориальный камень. Все элементы комплекса выполнены из грубого брутто-бетона без декоративной отделки, что усиливает тяжелое эмоциональное впечатление посетителей[3].

[2]Андриенко Н.Ю., Бурова О.В., Бурцев И.Г. и др. Куликово поле. Большая иллюстрированная энциклопедия. Тула: Гос. музей-заповедник «Куликово поле», 2007. С. 404–409.
[3]Вопросы музеологии: международный научный журнал. 2019. Т. 10. № 2. С. 142–282. EDN: VQBKET.

Рис. 3. Музей-заповедник «Куликово поле» в Тульской области
Fig. 3. Museum-reserve Kulikovo Field in the Tula region

Рис. 4. Входная группа мемориального комплекса жертвам депортации в г. Париже
Fig. 4. Entrance group of the memorial complex to victims of deportation in Paris

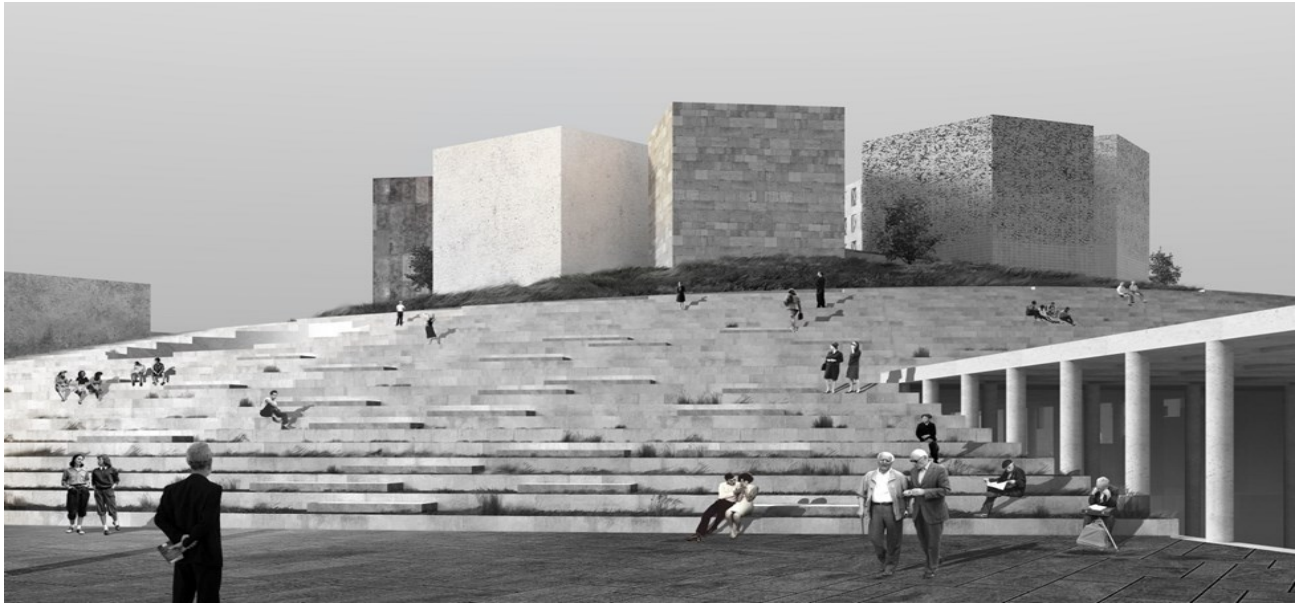


Рис. 5. Проект мемориального музея обороны и блокады в г. Санкт-Петербурге
Fig. 5. Project of the memorial museum of the defense and siege in St. Petersburg

Рис. 6. Мемориальный комплекс жертвам геноцида в г. Губе
Fig. 6. Memorial complex to the victims of genocide in Guba

В результате анализа отечественного и зарубежного опыта проектирования мемориальных комплексов, можно выделить следующие тенденции формирования данного типа зданий:

– активное включение природного ландшафта в архитектурную композицию комплекса, что приводит к катарсису в финале осмотра экспозиции;

– размещение подземного пространства для экспозиционных залов, что создает эмоциональную напряженность и дополнительную образную нагрузку;

– контролируемое перемещение зрителей и создание заданного сценария восприятия экспозиции, что позволяет преподнести материалы выставки в соответствие с авторской идеей;

– применение приемов эмоционального воздействия на зрителя, таких как создание ощущения клаустрофобии, подавленности, включение музыкальных, шумовых или голосовых эффектов;

– воссоздание исторически достоверных пространств – бараков, пыточных камер, жилых комнат, в которых зритель может ощутить эффект присутствия;

– использование «сырых», необработанных материалов в отделке, что позволяет задействовать тактильные ощущения посетителей экспозиции.

С помощью этих архитектурно-дизайнерских и мультимедийных средств, где использован научный подход, современные мемориальные комплексы формируют у зрителей глубоко личные эмоции о событиях, в которых они не принимали непосредственного участия, заставляют их переживать и проживать опыт прошлого [29–31]. Архитектурно ландшафтный анализ проектируемой территории позволяет установить, что участок находится в западной части острова Мудьюг рядом с маяком «Белая башня», западная часть острова ограничена Двинским заливом, а восточная – лесным массивом. Комплекс связан с существующим туристическим маршрутом, ориентированным на маяк, место бывшего концентрационного лагеря, и обелиск. Особую роль в архитектурно-пространственном формировании ансамбля имеет природное окружение, бережно сохраняемое, в которое органически включается историко-мемориальный комплекс. Основные элементы являются органической частью туристического маршрута архитектурного ансамбля, состоящего из маяка с гостиницей рядом с ним, музейного комплекса, включая надземные и подземные части. Вся территория благоустроена и озеленена с включением элементов малых архитектурных форм. Для поиска оптимального варианта историко-мемориального комплекса использован метод многовариантного проектирования, который основан на использовании цифровых технологий. Компьютерное моделирование ускорило поиск проектного решения, органично вписывающегося в существующий ландшафт. В процессе проектирования использованы программы Revit, AutoCad, CorelDraw, Lumion и Photoshop, позволившие найти интересное архитектурно-планировочное решение, не уступающее мировым аналогам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований получено инновационное архитектурно-планировочное решение историко-мемориального комплекса, основанное на композиционной связи маяка и гостиницы с музейным комплексом, объединенных в единый архитектурный ансамбль тремя главными пешеходными аллеями в виде лучей. Среди них маяк на генплане планировочно выделяется как центральный, символизирующий спасительный свет для беглецов-заключенных, элемент. Как свидетельствуют исторические справки, части узников лагеря удалось бежать и это событие отражено с помощью архитектурных средств (рис. 7).

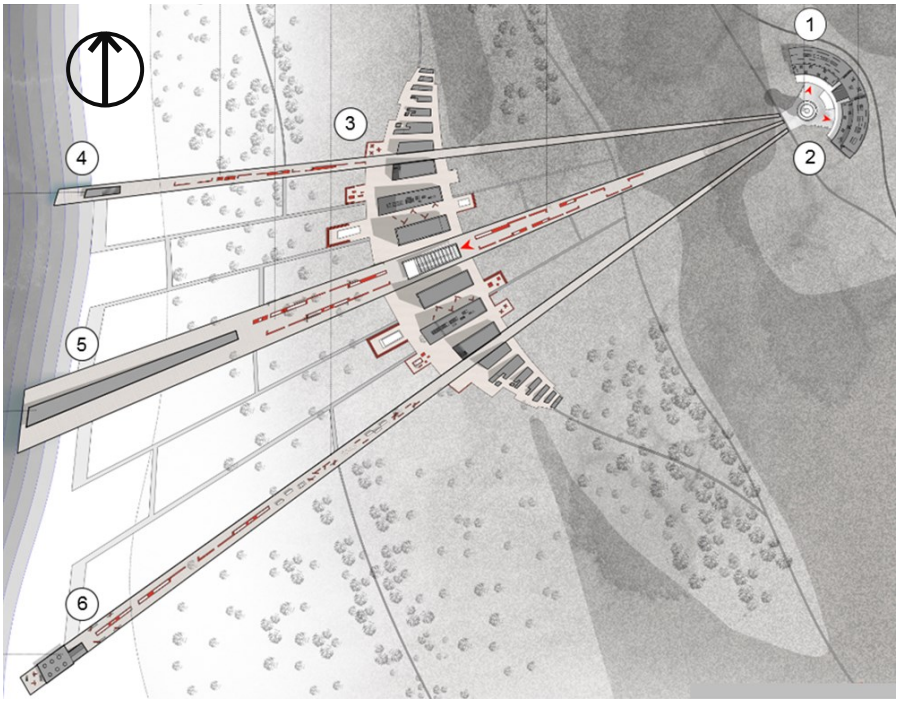


Рис. 7. Схема генплана историко-мемориального комплекса на острове Мудьюг в Архангельской области: 1 – гостиница; 2 – маяк; 3 – музей; 4 – луч № 1; 5 – луч № 2; 6 – луч № 3. Автор – Гаврилова П.П., руководитель – Тюрин М.Ю., консультант – Шабиев С.Г.

Fig. 7. Scheme of the general plan of the historical and memorial complex on Mudyug Island in the Arkhangelsk region: 1 – hotel; 2 – lighthouse; 3 – museum; 4 – beam № 1; 5 – beam № 2; 6 – beam № 3. The author is Gavrilova P.P., head is Tyurin M.Yu., consultant is Shabiev S.G.

Главные архитектурные объемы сосредоточены на путях движения пешеходопотоков туристов от маяка и представляют собой своеобразные надолбы с развитой подземной частью. Эти ритмометрически размещенные объемы музейного комплекса ассоциируются с несломленным духом заключенных, стойко переносящих все тяготы лагерной жизни. В конце главной аллеи-луча, на берегу Двинского залива, находится смотровая площадка как символ стремления к свободе узников лагеря. Центральный луч на генплане выделен пешеходной аллеей между маяком и смотровой площадкой. Основная часть комплекса свободна от застройки, предусмотрена возможность для спуска в подземную часть музея. Музейный комплекс, состоящий из 21 разновысотных объемов, из которых девять имеют спуски в подземную часть, доминирует в архитектурном ансамбле историко-мемориального комплекса (рис. 8).

Основная часть располагается в подземном пространстве и имеет удобную связь с надземной частью. Помимо основной части помещений проектом предусмотрены вспомогательные и технические помещения (вентиляционные камеры, эвакуационные выходы и т. д.).

Рис. 8. Схема продольного разреза музейного комплекса. Автор – Гаврилова П.П., руководитель – Тюрин М.Ю., консультант – Шабиев С.Г.
Fig. 8. Diagram of a longitudinal section of the museum complex. The author is Gavrilova P.P., head is Tyurin M.Yu., consultant is Shabiev S.G.

Рис. 9. Схема юго-западного фасада музея. Автор – Гаврилова П.П., руководитель – Тюрин М.Ю., консультант – Шабиев С.Г.
Fig. 9. Scheme of the southwestern facade of the museum. The author is Gavrilova P.P., head is Tyurin M.Yu., consultant is Shabiev S.G.

Наибольшую высоту (18 м) имеют два центральных объема, имеющие самостоятельные спуски на глубину 4,5 м. Динамичная композиция в плане музейного комплекса в виде изогнутой линии подчеркнута по главному фасаду постепенным снижением высот объемов от центра к периферии в обе стороны (рис. 9, 10). Музейный комплекс функционально разделен на три основные зоны: выставочное пространство с обслуживающими помещениями (входная группа, аудитории для кино и лекций, буфет, санузлы и др.), фондохранилище и административно-научный блок, которые имеют отдельные входы. Также проектом предусмотрены инженерно-технические системы жизнеобеспечения.

Суммарная площадь музея превышает 6 тыс. м^2, а его экспозиционная часть составляет около 2 тыс. м^2.

Основной экспозицией в музеях являются подлинные экспонаты и вещдоки, которые объединяются в тематические выставки. Все элементы должны быть легко трансформируемы и демонтируемы для смены экспозиций.

Проектное решение обеспечивает возможность сквозного прохода по всему музею с главной стороны комплекса. Предусмотрено близкое расположение элементов музейного комплекса с вестибюлем, что обеспечивает возможность свободного передвижения. По пути движения размещены рекреационные зоны для отдыха. В ряде объемов экспонаты размещены по вертикали за счет конструкции пандусов по периметру на высоту до трех этажей (рис. 11, 12). Максимальная единовременная вместимость музея составляет 465 человек, из расчета 4 м^2 экспозиционной площади на одного человека.

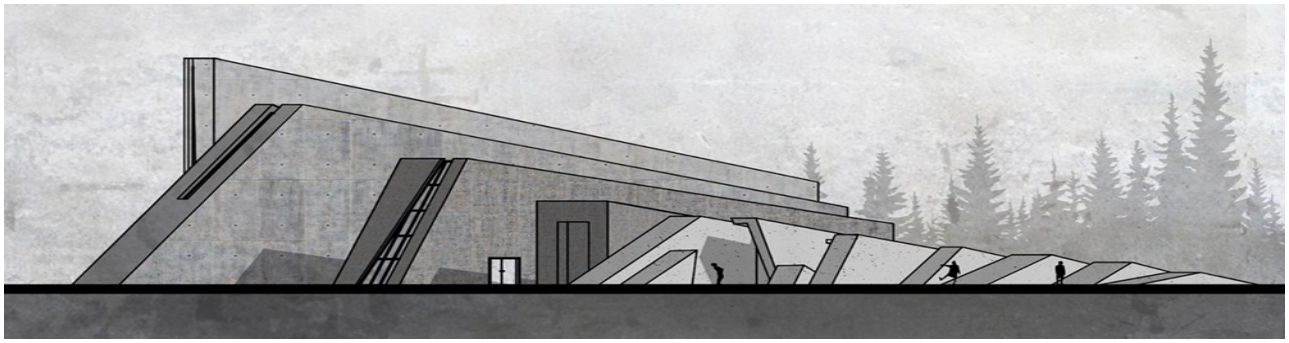


Рис. 10. Схема южного фасада музейного комплекса. Автор – Гаврилова П.П., руководитель – Тюрин М.Ю., консультант – Шабиев С.Г.
Fig. 10. Scheme of the southern façade of the museum complex. The author is Gavrilova P.P., head is Tyurin M.Yu., consultant is Shabiev S.G.

Образно-художественное решение интерьеров музейного комплекса подчинено единой идее создания драматичного внутреннего пространства как продолжение траурно-монументального облика всего историко-мемориального комплекса. Этому способствует темно-красная цветовая гамма интерьеров и композиционные решения расстановки экспонатов музея, семантически символизирующих трагические события на острове. Для сохранения остроты восприятия пространства интерьера предусмотрены специальные зоны для релаксации. Все собранные экспонаты музея имеют историческую и информационную ценность, они должны производить сильное эмоциональное воздействие на посетителей (рис.13–15). Пластичный объем двухэтажной гостиницы является органической частью историко-мемориального комплекса. Его дугообразная форма в плане пространственно увязана с формой музейного комплекса, вместе они образуют единый архитектурный ансамбль. Коридорная система симметричного объема гостиницы включает все функционально необходимые компоненты. На первом этаже находится блок общественного питания при главном входном узле, в обе стороны от которого сосредоточены комфортабельные гостиничные номера.

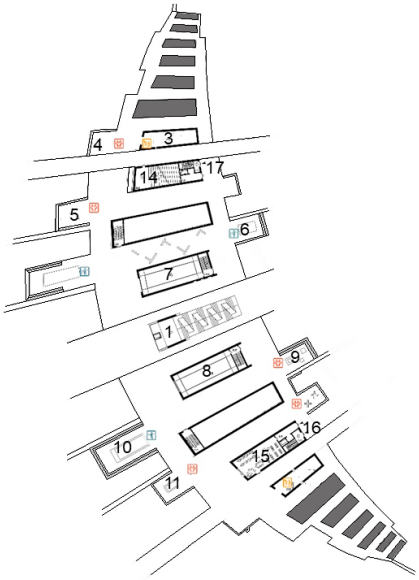


Рис. 11. Схема плана этажа музейного комплекса на отметке 0.000 м: 1 – входная группа; 2–13 – экспозиционные зоны; 14 – помещения фондохранилища; 15–16 – административно-научные помещения; 17 – помещения дополнительного обслуживания; 18–19 – вспомогательные и технические помещения. Автор – Гаврилова П.П., руководитель – Тюрин М.Ю., консультант – Шабиев С.Г.
Fig. 11. Diagram of the floor plan of the museum complex at the 0.000 m mark: 1 – entrance group; 2–13 – exposure zones; 14 – storage premises; 15–16 – administrative and scientific premises; 17 – addi-tional service premises; 18–19 – auxiliary and technical rooms. The author is Gavrilova P.P., head is Tyurin M.Yu., consultant is Shabiev S.G.

На втором этаже – вокруг центральной социальной зоны размещены гостиничные номера и расширенные пространства гостевых блоков. Проектным решением предусмотрено общественное обзорное пространство на террасе второго этажа, куда ведет широкая открытая лестница. Она имеет дополнительную функцию амфитеатра, расположенного напротив эстрадной площадки. В летний период предусматривается ее использование для проведения общественных мероприятий на открытом воздухе.

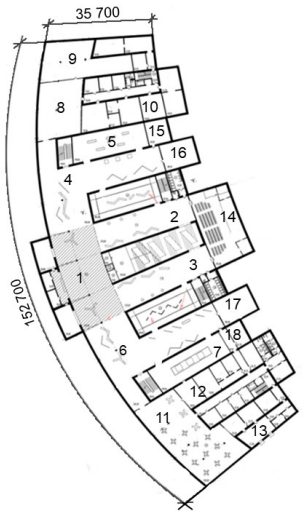


Рис. 12. Схема плана этажа музейного комплекса на отметке -4500 м: 1–3 – входная группа; 4–5 – экспозиционные зоны; 8–10 – помещения фондохранилища; 11–13 – административно-научные помещения; 14 – помещения дополнительного обслуживания; 15–18 – вспомогательные и технические помещения Автор – Гаврилова П.П., руководитель – Тюрин М.Ю., консультант – Шабиев С.Г.

Fig. 12. Scheme of the floor plan of the museum complex at the level of - 4,500 m: 1–3 – entrance group; 4–5 – exposure zones; 8–10 – storage rooms; 11–13 – administrative and scientific premises; 14 – additional service premises; 15–18 – auxiliary and technical rooms. The author is Gavrilova P.P., head is Tyurin M.Yu., consultant is Shabiev S.G.

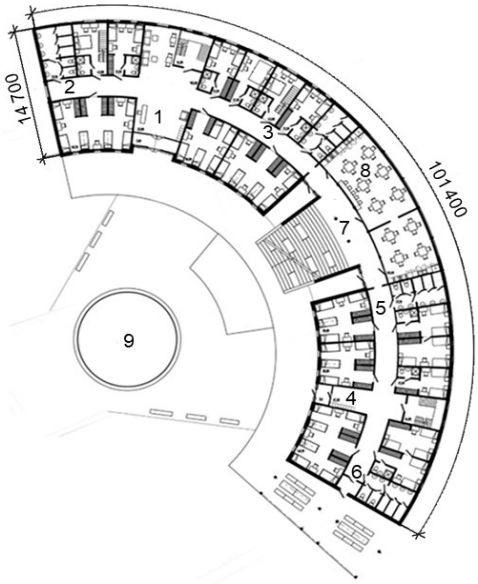


Рис. 13. Схема плана этажа гостиницы на отметке 0.000 м: 1–3 – гостевой блок; 4–6 – служебный блок; 7–8 – кухонный блок; 9 – маяк. Автор – Гаврилова П.П., руководитель – Тюрин М.Ю., консультант – Шабиев С.Г.

Fig. 13. Diagram of the hotel floor plan at 0.000 m: 1–3 – guest block; 4–6 – service block; 7–8 – kitchen block; 9 – lighthouse. The author is Gavrilova P.P., head is Tyurin M.Yu., consultant is Shabiev S.G.

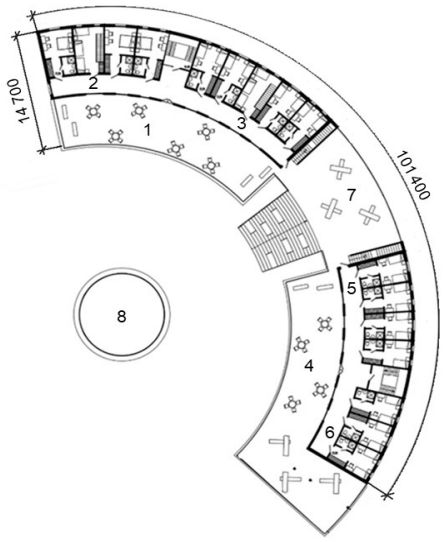


Рис. 14. Схема плана этажа гостиницы на отметке +3000 м: 1–3 – гостевой блок; 4–6 – служебный блок; 7 – общественная зона; 8 – маяк. Автор – Гаврилова П.П., руководитель – Тюрин М.Ю., консультант – Шабиев С.Г.
Fig. 14. Floor plan diagram of the hotel at +3,000 m: 1–3 – guest block; 4–6 – service block; 7 – public area; 8 – lighthouse. The author is Gavrilova P.P., head is Tyurin M.Yu., consultant is Shabiev S.G.

Рис. 15. Визуализация фрагмента интерьера центрального объема музея. Автор – Гаврилова П.П., руководитель – Тюрин М.Ю., консультант – Шабиев С.Г.
Fig. 15. Visualization of a fragment of the interior of the central volume of the museum. The author is Gavrilova P.P., head is Tyurin M.Yu., consultant is Shabiev S.G.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных научных исследований и многовариантных разработок с использованием цифровых технологий выполнен эскизный проект историко-мемориального комплекса на острове Мудьюг в Архангельской области. Достигнут оригинальный архитектурно-художественный образ ансамбля, органично вписанного в существующий ландшафт. Предложено инновационное решение генплана музейного комплекса и гостиницы, архитектурно связанных с градостроительной доминантной – маяком «Белая башня» как центра композиции всей застройки. Все элементы ансамбля функционально объединены тремя стилизованными лучами, исходящими от него. Архитектурно-художественное решение историко-мемориального комплекса является уникальным и его планировочные приемы могут быть использованы в проектной практике для типологически других объектов ландшафтной архитектуры. Методические положения организации историко-мемориального комплекса развивают теоретические основы архитектурной науки в области сложных многообъектных систем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Савина О.Н. Принципы дизайна музейных и мемориальных пространств // Шаг в науку. 2021. № 2. С. 85–90. EDN: DBRHUI.
2. Поляков Т.П. Экспозиционная деятельность музеев в контексте реализации «Стратегии государственной культурной политики на период до 2030 года»: монография. М.: Институт Наследия, 2021. 438 с.
3. Аксентьев С.Т. Архангельский форпост // Наука и жизнь. 2014. № 3. С. 44–49.
4. Сиротинская М.М. Память о холокосте в Мемориальном музее США (г. Вашингтон) // Вестник Российского гуманитарного государственного университета. Серия «Политология. История. Международные отношения». 2021. № 2. С. 127–139. https://doi.org/10.28995/2073-6339-2021-2-127-139. EDN: YZHUFB.
5. Хомяков А.И. Памятные пространства: ракурсы времени // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10. № 1 (38). С. 121–127. https://doi.org/10.17673/Vestnik.2020.01.16. EDN: WFHPRP.
6. Ravshanovich A.Z. Issues of Improving Tourism Opportunities in Namangan Region // International Journal of Progressive Sciences and Technologies. 2021. Vol. 26. Iss. 2. P. 40–44. http://dx.doi.org/10.52155/ijpsat.v26.2.3084.
7. Khasanov A.O., Allayarov K.O. Residential Yurts of the Ancient Nomads of Central Asia and the Use of Yurts in Tourism // The American Journal of Engineering and Technology. 2021. Vol. 3. Iss. 1. P. 58–64. https://doi.org/10.37547/tajet/Volume03Issue01-11.
8. Летягин Л.Н. Мемориальный музей: экзистенциальная оптика пространств // Идеи и идеалы. 2021. Т. 13. № 3-2. С. 389–409. https://doi.org/10.17212/2075-0862-2021-13.3.2-389-409. EDN: DZDQGE.
9. Исламова Ш., Хидоятов Т., Аллаяров К. Мировой опыт проектирования музеев // Research Focus International Scientific Journal, Uzbekistan. 2023. Vol. 2. Iss. 9. P. 257–265. https://doi.org/10.5281/zenodo.10073278.
10. Микаелян М.П. Три музейных десятилетия. Архитектура и экспозиция музеев современного искусства 1970-х и 1990-х годов. Ставрополь: Логос, 2021. 71 с. http://dx.doi.org/10.38006/907258-94-5.2021.1.103.
11. Стаф В.С. Мемориализация «негативного наследия» в современной России на материале лагерных музеев в Пермском крае // Вестник Томского государственного университета. 2018. № 428. С. 183–187. https://doi.org/10.17223/15617793/428/24. EDN: XNFMXJ.
12. Хомяков А.И. Архитектура истории: истоки мемориально-музейных комплексов (Часть 1) // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. 2017. № 2 (33). С. 54–59. EDN: ZAEKHN.
13. Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А. Просвещение и наука. Архитектурное отражение // Academia. Архитектура и строительство. 2023. № 1. С. 36–44. https://doi.org/10.22337/2077-9038-2023-1-36-44. EDN: XSPWYU.
14. Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А. Наука и общество. Взгляд архитектора // Системные технологии. 2022. № 2 (43). С. 90–103. https://doi.org/10.55287/22275398_2022_2_90. EDN: NNCHKS.
15. Хомяков А.И. Архитектура монументов: социально-культурный вектор // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. № 1. С. 26–31. https://doi.org/10.34031/2071-7318-2020-5-1-26-31. EDN: MLTZEP.
16. Соколова А.Н. Архитектурно-мемориальный комплекс в пределах города: причины создания архитектурно-мемориальных комплексов // Технические науки в мире: от теории к практике. Сб. научных трудов по итогам Междунар. науч.-практ. конф. (г. Ростов-на-Дону, 10 августа 2015 г.). Ростов-на-Дону, 2015. С. 48–52. EDN: UDHFNV.
17. Маньков С.А. Меморализация Великой войны в парках и ландшафтных объектах мира // Вестник

Санкт-Петербургского государственного института культуры. 2020. № 2 (43). С. 44–50. https://doi.org/10.30725/2619-0303-2020-2-44-50. EDN: OUKKQN.
18. Рубин В.А., Спиридонова Е.В., Шуб М.Л. Сущностные параметры военно-мемориального наследия как феномена культуры // Культура и искусство. 2020. № 9. С. 55–67. https://doi.org/10.7256/2454-0625.2020.9.32184. EDN: GPKADJ.
19. Миронова Т.Ю. Проблема репрезентации истории: Современное искусство в музеях совести // Вестник Российского государственного гуманитарного университета. Серия «Литературоведение. Языкознание. Культурология». 2020. № 8. С. 116–132. https://doi.org/10.28995/2686-7249-2020-8-116-132. EDN: ZEHKOM.
20. Завадский А.И. Политика аффекта: музей как пространство публичной истории. М.: Новое литературное обозрение. Серия: Интеллектуальная история, 2019. 396 с.
21. Макаров А.И. Феномен памятника в современной культурной ситуации: дисфункция коммеморации // Память и памятники: материалы семинара, проведенного Волгоградским государственным университетом и Институтом Кеннана Междунар. науч. центра им. Вудро Вильсона (г. Волгоград, 21 апреля 2011 г.). Волгоград, 2012. С. 19–29. EDN: WDUYPZ.
22. Теодоронский В.С., Парфенова А.Е. Особенности ландшафтной организации мемориальных комплексов г. Севастополя // Лесной Вестник. Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 2. С. 50–58. https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-2-50-58. EDN: FSAGZU.
23. Jaeger S. The Second World War in the Twenty-First Century Museum. Berlin/Boston: De Gruyter, 2020. 380 p.
24. Wilhelm Th. Holocaust Narratives: Trauma, Memory and Identity across Generations. N.Y.: Routledge, 2020. 218 p. https://doi.org/10.4324/9781003087540.
25. Куняев С.Ю. Жрецы и жертвы холокоста: кровавые язвы мировой истории. М.: Алгоритм, 2011. 381 с.
26. Marutyan, H. International Journal of Armenian Genocide Studies // Armenian Genocide Museum-Institute, vol. 4, № 1, Yerevan, 2019, 111 p.
27. Hornstein S. Memorializing Site: On the Grounds of History // Losing Site: Architecture, Memory and Place. London: Routledge, 2011. P. 27–28. https://doi.org/10.4324/9781315592992.
28. Conley K. The Myth of the 'Dernier poeme': Robert Desnos and French Cultural Memor // Acts of Memory: Cultural Recall in the Present. Hanover, New Hampshire: Dartmouth College: University Press of New England, 1999. P. 134–148.
29. Иванова О.В., Юренева Т.Ю. Российские музеи памяти: пути становления и основные этапы развития // Культурное наследие России. 2021. № 4 (35). С. 86–97. https://doi.org/10.34685/HI.2021.35.4.009. EDN: CHZVJT.
30. Петрушихина С.В. Архитектурно-художественный образ музея в начале XXI века // Артикульт. 2018. № 2 (30). С. 144–148. https://doi.org/10.28995/2227-6165-2018-2-144-148. EDN: UVMPPT.
31. Ozodovich, H.A., Maribovich, Q.I. Improving the Design of Youth Innovative-Creative and Development Scientific Centers // Eurasian Scientific Herald. 2022. Iss. 7. P. 72–76. Режим доступа: https://geniusjournals.org/index.php/esh/article/view/1000 (дата обращения: 10.03.2024).

REFERENCES

1. Savina O.N. Design Principles for Museum and Memorial Spaces. *Shag v nauku = Step into Science*. 2021;2:85-90. (In Russ.). EDN: DBRHUI.
2. Polyakov T.P. *Exhibition activities of museums in the context of the implementation of the “Strategy of State Cultural Policy for the Period until 2030”: monograph*. Moscow, Heritage Institute, 2021. 438 p. (In Russ.).
3. Aksent'ev S.T. Arkhangelsk outpost. *Nauka i zhizn' = Science and Life.* 2014;3:44-49. (In Russ.).
4. Sirotinskaya M.M. United States Holocaust Memorial Museum (Washington, D.C.). *Vestnik Rossiiskogo gumanitarnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Politologiya. Istoriya. Mezhdunarodnye otnosheniya» = RSUH/RGGU Bulletin. “Political Science. History. International Relations” Series.* 2021;2:127-139. (In Russ.). https://doi.org/10.28995/2073-6339-2021-2-127-139. EDN: YZHUFB.
5. Khomyakov A.I. Memorable Spaces: Views of Time. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura = Urban Construction and Architecture.* 2020;10;1(38):121-127. (In Russ.). https://doi.org/10.17673/Vestnik.2020.01.16. EDN: WFHPRP.
6. Ravshanovich A.Z. Issues of Improving Tourism Opportunities in Namangan Region. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*. 2021;26(2):40-44. http://dx.doi.org/10.52155/ijpsat.v26.2.3084.
7. Khasanov A.O., Allayarov K.O. Residential Yurts of the Ancient Nomads of Central Asia and the Use of Yurts in Tourism. *The American Journal of Engineering and Technology*. 2021;3(1):58-64. https://doi.org/10.37547/tajet/Volume03Issue01-11.
8. Letyagin L.N. Memorial Museum: Existential Optics of Space. *Idei i idealy = Ideas and Ideals*. 2021;13(3-2):389-409. (In Russ.). https://doi.org/10.17212/2075-0862-2021-13.3.2-389-409. EDN: DZDQGE.

9. Islamova Sh., Khidoyatov T., Allayarov K. World Experience in Museum Design. *Research Focus International Scientific Journal, Uzbekistan.* 2023;2(9):257-265. (In Russ.). https://doi.org/10.5281/zenodo.10073278.
10. Mikaelyan M.P. Three Museum Decades. Architecture and Exhibition of Contemporary Art Museums of The 1970s and 1990s. Stavropol: Logos, 2021. 71 p. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.38006/907258-94-5.2021.1.103.
11. Staf V.S. Memorialization of The "Negative Heritage" In Modern Russia On the Basis of the Camp Museums in Perm Krai. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta = Tomsk State University Journal.* 2018;428:183-187. (In Russ.). https://doi.org/10.17223/15617793/428/24. EDN: XNFMXJ.
12. Homyakov A.I. Architecture of History: Memorial-Museum Complexes (Part 1). *Akademicheskii vestnik UralNIIProekt RAASN = Academic Bulletin Uralniiproekt RAASN*. 2017;2(33):54-59. (In Russ.). EDN: ZAEKHN.
13. Dianova-Klokova I.V., Metanyev D.A. Education and Science. Architectural Reflection. Academia. *Arkhitektura i stroitel'stvo = Academia. Architecture and Construction*. 2023;1:36-44. (In Russ.). https://doi.org/10.22337/2077-9038-2023-1-36-44. EDN: XSPWYU.
14. Dianova-Klokova I.V., Metanyev D.A. Science and Society. The Architect's View. *Sistemnye tekhnologii = System Technologies.* 2022;2(43):90-103. (In Russ.). https://doi.org/10.55287/22275398_2022_2_90. EDN: NNCHKS.
15. Homyakov A.I. Architecture of Monuments: Social and Cultural Vector. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova = Bulletin of Belgorod State Technological University Named After. V.G. Shukhov.* 2020;1:26-31. (In Russ.). https://doi.org/10.34031/2071-7318-2020-5-1-26-31. EDN: MLTZEP.
16. Sokolova A.N. Architectural and Memorial Complex Within the City: Reasons for The Creation of Architectural and Memorial Complexes. In: *Tekhnicheskie nauki v mire: ot teorii k praktike. Sbornik nauchnykh trudov po itogam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Technical Sciences in The World: From Theory to Practice. Collection of Scientific Papers Based on the Results of the International Scientific and Practical Conference.* 10 August 2015, Rostov-on-Don. Rostov-on-Don; 2015. P. 48-52. (In Russ.). EDN: UDHFNV.
17. Mankov S.A. Memorialization of The Great War in Parks and Landscape Objects of the World. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo instituta kul'tury = Vestnik of Saint-Petersburg State University of Culture*. 2020;2(43):44-50. (In Russ.). https://doi.org/10.30725/2619-0303-2020-2-44-50. EDN: OUKKQN.
18. Rubin V.A., Spiridonova E.V., Shub M.L. Essential Parameters of Military-Memorial Heritage as a Cultural Phenomenon. *Kul'tura i iskusstvo = Culture and Art.* 2020;9:55-67. (In Russ.). https://doi.org/10.7256/2454-0625.2020.9.32184. EDN: GPKADJ.
19. Mironova T.Yu. Representation of History: Contemporary Art in Museums of Conscience. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta. Seriya «Literaturovedenie. Yazykoznanie. Kul'turologiya» = RSUH/RGGU Bulletin "Literary Theory. Linguistics. Cultural Studies" Series.* 2020;8:116-132. (In Russ.). https://doi.org/10.28995/2686-7249-2020-8-116-132. EDN: ZEHKOM.
20. Zavadskii A.I. *The Politics of Affect: The Museum as a Space of Public History*. Moscow: New Literary Review. Series: Intellectual history, 2019. 396 p. (In Russ.).
21. Makarov A.I. The Phenomenon of the Monument in The Modern Cultural Situation: Dysfunction of Commemoration. In: *Pamyat' i pamyatniki: materialy seminara, provedennogo Volgogradskim gosudarstvennym universitetom i Institutom Kennana Mezhdunarodnym nauchnym tsentra im. Vudro Vil'sona = Memory and Monuments: Materials of a Seminar Conducted by Volgograd State University and the Kennan Institute of the Woodrow Wilson International Center for Scholars.* 21 April 2011, Volgograd. Volgograd; 2012. P. 19-29. (In Russ.). EDN: WDUYPZ.
22. Teodoronsky V.S., Parfyonova A.E. Landscape Organization of Memorial Complexes in Sevastopol. *Lesnoi Vestnik. Forestry Bulletin = Forestry Bulletin.* 2022;26(2):50-58. (In Russ.). https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-2-50-58. EDN: FSAGZU.
23. Jaeger S. *The Second World War in the Twenty-First Century Museum*. Berlin/Boston: De Gruyter, 2020. 380 p.
24. Wilhelm Th. *Holocaust Narratives: Trauma, Memory and Identity across Generations*. N.Y.: Routledge, 2020. 218 p. https://doi.org/10.4324/9781003087540.
25. Kunyaev S.Yu. *Priests and Victims of the Holocaust: Bloody Plagues of World History*. Moscow: Algorithm, 2011. 381 p. (In Russ.).
26. Marutyan, H. International Journal of Armenian Genocide Studies // Armenian Genocide Museum-Institute, vol. 4, № 1, Yerevan, 2019, 111 p.
27. Hornstein S. *Memorializing Site: On the Grounds of History*. Losing Site: Architecture, Memory and Place. London: Routledge, 2011. P. 27-28. https://doi.org/10.4324/9781315592992.
28. Conley K. *The Myth of the 'Dernier poeme': Robert Desnos and French Cultural Memor*. Acts of Memory: Cultural Recall in the Present. Hanover, New Hampshire: Dartmouth College: University Press of New England, 1999. P. 134-148.

29. Ivanova O.V., Yureneva T.Yu. Russian Museums of Memory: Ways of Formation and Main Stages of Development. *Kul'turnoe nasledie Rossii = Cultural Heritage of Russia*. 2021;4(35):86-97. (In Russ.). https://doi.org/10.34685/HI.2021.35.4.009. EDN: CHZVJT.
30. Petrushikhina S.V. The Architectural-Artistic Appearance of the Museum in The Early 21st Century. *Artikul't = Articult.* 2018;2(30):144-148. (In Russ.). https://doi.org/10.28995/2227-6165-2018-2-144-148. EDN: UVMPPT.
31. Ozodovich, H.A., Maribovich, Q.I. Improving the Design of Youth Innovative-Creative and Development Scientific Centers. *Eurasian Scientific Herald*. 2022;7:72-76. Available from: https://geniusjournals.org/index.php/esh/article/view/1000 [Accessed 10th March 2024].

Информация об авторах

Шабиев Салават Галиевич,
доктор архитектуры, профессор,
заведующий кафедрой архитектуры,
Южно-Уральский государственный университет,
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, Россия,
✉e-mail: shabievsg@susu.ru
https://orcid.org/0000-0001-9405-2079
Author ID: 476175

Тюрин Михаил Юрьевич,
доцент кафедры архитектуры,
член Союза архитекторов России,
Южно-Уральский государственный университет,
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, Россия
e-mail: tiurinmi@susu.ru
https://orcid.org/0009-0000-7675-7083
Author ID: 781604

Information about the authors

Salavat G. Shabiev,
Doctor of Architecture, Professor,
Head of the Department of Architecture,
South Ural State University,
76 Lenin pr., Chelyabinsk 454080, Russia,
✉e-mail: shabievsg@susu.ru
https://orcid.org/0000-0001-9405-2079
Author ID: 476175

Mikhail Yu. Tyurin,
Associate Professor
of the Department of Architecture,
Member of the Union of Architects of Russia,
South Ural State University,
76 Lenin pr., Chelyabinsk 454080, Russia,
e-mail: tiurinmi@susu.ru
https://orcid.org/0009-0000-7675-7083
Author ID: 781604

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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.

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.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 12.02.2024.
Одобрена после рецензирования 07.03.2024.
Принята к публикации 11.03.2024.

Information about the article

The article was submitted 12.02.2024.
Approved after reviewing 07.03.2024.
Accepted for publication 11.03.2024.

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:

- 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки);
- 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения (технические науки);
- 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки);
- 2.1.4. Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (технические науки);
- 2.1.5. Строительные материалы и изделия (технические науки);
- 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология (технические науки);
- 2.1.7. Технология и организация строительства (технические науки);
- 2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей (технические науки);
- 2.1.9. Строительная механика (технические науки);
- 2.1.10. Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (технические науки);
- 2.1.11. Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (архитектура);
- 2.1.12. Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (архитектура);
- 2.1.13. Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (архитектура)
- 2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства (технические науки)
- 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)
- 5.2.6. Менеджмент (экономические науки)

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 *.docx 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 – 190;
- **Ключевые слова** – (4–6);
- **Библиографические ссылки** должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ Р7.05 2008.
- **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, ID.
- **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 – 10,5, 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 Exsel*, 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, О.В. Никишиной

Телефон: (3952) 40-56-11, с.т.: 8 964 656 46 70 – Никишина Ольга Валерьевна, ответственный за выпуск,

(3952) 40-52-74 – Маркина Ирина Павловна, редактор.

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ
ИНВЕСТИЦИИ. СТРОИТЕЛЬСТВО. НЕДВИЖИМОСТЬ

Научный журнал ***12+***

Том 14 № 2 (49)

Главный редактор В.В. Пешков
Ответственный за выпуск О.В. Никишина
Дизайн и макет издания Е.В. Хохрина
Перевод Томаса Бивитта, Н.Г. Поповой, О.В. Никишиной
Верстка О.В. Никишиной
Редактор И.П. Маркина

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 27.06.2024. Формат 60 x 90 / 8 (А4).
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 27,80.
Тираж 500 экз. Зак. 37. Поз. плана 6н.

Издание распространяется бесплатно

ФГБОУ ВО “Иркутский национальный исследовательский технический университет”
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Отпечатано в типографии Издательства
ФГБОУ ВО “Иркутский национальный исследовательский технический университет”
Адрес типографии: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83А

ВЫСШАЯ АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ (ВАК)
Министерства образования и науки Российской Федерации

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ Science Index

ULRICHSWEB™ GLOBAL SERIALS DIRECTORY

Российская Государственная Библиотека

ВИНИТИ

EBSCO A-to-Z

CYBERLENINKA

OPEN ACCESS

BASE

doi

Crossref Content Registration

СОЦИОНЕТ

DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL

Google Scholar

АНРИ
Ассоциация научных редакторов и издателей

Academic Resource Index ResearchBib

OCLC WorldCat

Jisc copac

UNIVERSITY OF OXFORD

EuroPub