ISSN 2073-1523 (print)
ISSN 2073-154X(online)

ИЗВЕСТИЯ

Казанского Государственного Архитектурно-Строительного Университета

№ 1(63)/2023

16+

ISSN 2073-1523 (print) ISSN 2073-154X (online)

ISSN 2073-1523 (print) ISSN 2073-154X (online)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РТ

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА РТ

Известия КГАСУ
2023г., № 1(63)

ББК 38
И 33
УДК 69

Главный редактор: д-р техн. наук, проф. чл.-корр. АН РТ Р.К. Низамов
Зам. главного редактора: канд. техн. наук, доц. Е.А. Вдовин

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Айдарова Г.Н., д-р арх., проф. советник РААСН;
Гагарин В.Г., д-р техн. наук, проф. чл.-корр. РААСН;
Горячев М.Г., д-р техн. наук, проф.;
Есаулов Г.В., д-р арх., проф., академик РААСН;
Ильичев В.А., д-р техн. наук, проф., первый вице-президент РААСН;
Каюмов Р.А., д-р физ.-мат. наук, проф.;
Кичигин В.И., д-р техн. наук, проф.;
Королев Е.В., д-р техн. наук, проф.;
Кочев А.Г., д-р техн. наук, проф. чл.-корр. РААСН;
Логачев К.И., д-р техн. наук, проф.;
Мирсаяпов Илизар Т., д-р техн. наук, проф.;
Мирсаяпов Ильшат Т., д-р техн. наук, проф. чл.-корр. РААСН;
Стрелков А.К., д-р техн. наук, проф.;
Строганов В.Ф., д-р хим. наук, проф., почетный член РААСН;
Сулейманов А.М., д-р техн. наук, проф. чл.-корр. АН РТ;
Тунакова Ю.А., д-р хим. наук, проф.;
Углова Е.В., д-р техн. наук, проф.;
Хозин В.Г., д-р техн. наук, проф.;
Шагидуллин Р.Р., д-р хим. наук, чл.-корр. АН РТ;
Яковлев Г.И., д-р техн. наук, проф.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Рольф Катценбах, д-р техн. наук, проф. (Германия);
Фиговский О.Л., д-р техн. наук, проф., член Европейской АН, иностранный член РААСН (Израиль);
Фишер Х.-Б., доктор-инженер (Германия);
Хассан Абдалла, д-р наук (PhD), проф. (Великобритания);
Янотка И., д-р техн. наук, с.н.с. (Словакия).

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определяемый Высшей аттестационной комиссией (ВАК), рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Статьи рецензируются. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Свидетельство о регистрации № ФС77-31046 от 25 января 2008г.). Включен в подписной каталог ГК «Урал - Пресс» индекс издания – 36939.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:
420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1, комн. 79
Тел. (843) 510-46-39
E-mail: patent@kgasu.ru Сайт: http://izvestija.kgasu.ru

© Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2023

ISSN 2073-1523 (print) ISSN 2073-154X (online)

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION

KAZAN STATE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND ENGINEERING

MINISTRY OF CONSTRUCTION, ARCHITECTURE AND HOUSING
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

MINISTRY OF TRANSPORT AND ROADS
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

News KSUAE
2023, № 1(63)

BBC 38
I 33
UDC 69

Editor-in-Chief: Dr. tech. sci., prof. corr.-m. AS RT Nizamov R.K.
Deputy Editor-in-Chief: Cand. tech. sci., associate prof. Vdovin E.A.

EDITORIAL BOARD:

Aidarova G.N. Dr. arch. sci., prof., advisor of RAACS;
Gagarin V.G., Dr. tech. sci., prof. corr.-m. of RAACS;
Goriachev M.G., Dr. tech. sci., prof.;
Esaulov G.V., Dr. arch. sci., prof., member of the Academy of RAACS;
Ilichev V.A., Dr. tech. sci., prof., First Vice President of RAACS;
Kayumov R.A., Dr. phys-mat. sci., prof.;
Kichigin V.I., Dr. tech. sci., prof.;
Korolev E.V., Dr. tech. sci., prof.;
Kochev A.G, Dr. tech. sci., prof. corr.-m. RAACS;
Logachev K.I., Dr. tech. sci., prof.;
Mirsayapov Ilizar T., Dr. tech. sci., prof. corr.-m. RAACS;
Mirsayapov Ilshat T., Dr. tech. sci., prof.;
Strelkov A.K., Dr. tech. sci., prof.;
Stroganov V.F., Dr. chem. sci., prof., honorary m. of RAACS;
Suleimanov A.M., Dr. tech. sci., prof. corr.-m. AS RT;
Tunakova Iu.A., Dr. chem. sci., prof.;
Uglova E.V., Dr. tech. sci., prof.;
Khozin V.G., Dr. tech. sci., prof.;
Shagidullin R.R., Dr. chem. sci., corr.-m. AS RT;
Iakovlev G.I., Dr. tech. sci., prof.

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

Rolf Katzenbach, Dr. tech. sci., prof. (Germany);
Figovskiy O.L., Dr. tech. sci., prof., member of EAS, foreign member of RAACS (Israel);
Fischer H.-B., Dr.-Ing (Germany);
Hassan Abdalla, PhD, prof. (Great Britain);
Janotka I., Dr. tech. sci., head of unit (Slovakia).

THE FOUNDER AND THE PUBLISHER:
FSBEI of HE «Kazan State University of Architecture and Engineering»

The journal is included in the index of leading reviewed scientific journals and editions, defined by the Higher Attestation Commission, and recommended for publication of basic scientific results of dissertations on scientific degree of the doctor and the candidate of sciences. The articles are reviewed. Reproduction without the permission of editors is prohibited; citing references to the journal are obligatory.

It is registered by the Federal service for supervision of communications, information technology, and mass media (the certificate on registration № FS77-31046, dated January, 25th, 2008). It is included in the subscription catalog of the Ural Press Group of Companies; subscription number 36939.

EDITORIAL ADDRESS:
420043, Tatarstan, Kazan, Zelenaya 1, office 79
Tel. (843) 510-46-39
E-mail: patent@kgasu.ru Web-site: http://izvestija.kgasu.ru

© News Kazan State University of Architecture and Engineering, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Антонова И.И., Аюпов Д.А., Хакимуллин Ю.Н., Хозин В.Г. Битумные эмульсии для гидроизоляционных и кровельных покрытий	6
Игнатьев А.А. Добавки в асфальтобетон. Обзор литературы	14
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
Мирсаяпов Илшат Т., Валиев А.Т. Исследование напряженно-деформированного состояния сталежелезобетонных балок нового типа железнодорожных мостов	31
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Бройда В.А. Аналитическое исследование работы естественной вытяжной системы вентиляции многоэтажного здания со стабилизаторами расхода воздуха в холодный период года	43
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	
Бусарев А.В., Шешегова И.Г. Очистка природных вод от борат-ионов с применением ионного обмена	52
ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Осипова Е.В., Айдарова Г.Н., Куприянов В.Н., Мирсаяпов Илизар Т. Принципы организации жилой архитектурной среды в условиях пост-пандемийных изменений	61
Енин А.Е., Танкеев А.С., Заплавная А.Э. Принципы предпроектного анализа района реконструкции историко-культурной среды	73
Куприянов В.Н., Мирсаяпов Илизар Т., Сайфуллин И.Ф., Хайруллина А.Т. Потенциал проектной деятельности при изучении архитектурной идентичности	84
Мухитов Р.К., Надырова Х.Г., Хуснутдинова Д.В. Новые факты в биографии известного казанского архитектора XIX века Яков-Генриха Бернардовича Руша	94
Музеева С. С., Фазлеев М. Ш., Кирпичный декор культовых сооружений Казани второй трети XVIII-начала XX веков	104
Надырова Х.Г., Сайфуллина Л.Ш., Куприянов В.Н., Мирсаяпов И.Т., Будкевич Н.М., Юсупова К.Р. Актуализация эффективных стратегий по преобразованию индустриального наследия	114
Куприянов В.Н., Мирсаяпов Илизар Т., Хабибулина А.Г., Хабибулина А.М. Реконструкция объемно-планировочных параметров школ с использованием принципов и приемов биофильной архитектуры	129
Киносьян Н. С., Уразова А. Р. Казанский опыт проектирования гостиниц экономического класса «0»	145
Айдарова Г. Н., Куприянов В. Н., Мирсаяпов И Илизар Т. Башня Сююмбике в контексте архитектурной типологии восточно-мусульманских и булгаро-татарских башен и башенных минаретов	159
Мухитов Р.К., Агафонова А.Э. Неизвестные страницы из жизни казанского архитектора нач .XX века Константина Саввиновича Олешкевича	175
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Бадави А.А. Архитектурно-планировочные особенности проектирования экологических отелей	186
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	196

CONTENTS

BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS	
Antonova I.I.,Ayupov D.A., Khakimullin Y.N.,Khozin V.G. Bitumen emulsions for waterproof and roof coverings	6
Ignatyev A.A. Additives in asphalt concrete. Literature review	14
BUILDING STRUCTURES, HOUSES	
Mirsayapov Ilshat T., Valiev A.T. Study of the stress-strain state of steel reinforced concrete beams of the new type railway bridges	31
HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS AND LIGHTING	
Broida V.A. Analytical study of the operation of the natural exhaust ventilation system of a multi-storey building with air flow stabilizers in the cold season	43
WATER SUPPLY, SEWERAGE, WATER CONSERVATION CONSTRUCTION	
Busarev A.V., Sheshegova I.G. Purification of natural waters from borate ions using ion exchange	52
ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY. HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION	
Osipova E.V., Aidarova G.N., Kupriyanov V.N., Mirsayapov Ilizar.T. Principles of organizing a residential architectural environment in the context of post-pandemic changes	61
Enin A.E., Tankeev A.S., Zaplavnaya A.E. Methods and techniques of pre-project analysis of the area of reconstruction of the historical and cultural environment	73
Kupriyanov V.N., Mirsayapov Ilizar.T., Saifullin I.F., Khairullina A.T. The potential of project activities in the study of architectural identity	84
Mukhitov R.K., Nadyrova Kh.G., Khusnutdinova D.V. New facts in the biography of the famous Kazan architect of the 19th century Jacob-Heinrich Bernardovich Rusch	94
Mouzeeva S. S., Fazleev M. Sh., Brick decoration of religious buildings of Kazan in the second third of the XVIII- early XX centuries	104
Nadyrova H.G., Saifullina L.Sh., Kupriyanov V.N., Mirsayapov I.T., Budkevich N.M., Yusupova K.R. Updating effective strategies for the transformation of industrial heritage	114
Kupriyanov V.N., Mirsayapov Ilizar T., Khabibulina A.G., Khabibulina A.M. Reconstruction of the volume-planning parameters of schools using the principles and techniques of biophilic architecture	129
Kinosyan N.S., Urazova I. R. Experience in the design of economic class «0» hotels in Kazan	145
Aidarova G.N., Kupriyanov V.N., Mirsayapov Ilizar.T. Syuyumbike Tower in the context of the architectural typology of Eastern Muslim and Bulgaro-Tatar towers and tower minarets	159
Mukhitov R.K., Agafonova A.E. Unknown pages from the life of the Kazan architect of the beginning XX century Konstantin Savvinovich Oleshkevich	175
ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND STRUCTURES. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY	
Badavi A.A. Architectural and planning features of designing ecological hotels	186
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	196

УДК: 665.775.5
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_6
EDN: DPAXIV

Битумные эмульсии для гидроизоляционных и кровельных покрытий

И.И.Антонова[1], Д.А. Аюпов[1], Ю.Н. Хакимуллин[2], В.Г. Хозин[1]
[1]Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
[2]Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи.* Катионные битумные эмульсии широко используются в дорожном строительстве. Одними из основных требований к качеству битумных эмульсий являются стабильность при хранении и транспортировке: они должны разрушаться только при контакте с поверхностью. В этой связи при гидроизоляции зданий и сооружений анионные эмульсии применяются реже, ввиду их меньшей стабильности. Приготовление стабильных битумных эмульсий невозможно без применения поверхностно-активных веществ, обладающих необходимыми эмульгирующими и стабилизирующими свойствами. Имеется ряд химических соединений, которые могут быть использованы для эмульгирования битума, но по техническим и экономическим соображениям только небольшое число из них получило широкое распространение.
Целью исследования является разработка состава водного раствора эмульгатора, обеспечивающего устойчивость битумной эмульсии и высокий уровень комплекса свойств вяжущего, полученного из неё. Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Синтез эффективного поверхностно-активного вещества из целевого отечественного сырья для обеспечения постоянства состава и свойств битумных эмульсий.
2. Определение влияния выбранного поверхностно-активного вещества на свойства битумных эмульсий и вяжущих, полученных из этих эмульсий.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в определении оптимального содержания поверхностно-активного вещества, обеспечивающего высокий комплекс свойств эмульсии и вяжущего, полученного из нее.
Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли заключается в увеличении стабильности при хранении битумных эмульсий, применяемых для гидроизоляции зданий и сооружений.

Ключевые слова: битумная эмульсия, олеиновая кислота, жидкая резина, напыляемая гидроизоляция, эмульгатор.

Для цитирования: Антонова И.И., Аюпов Д.А., Хакимуллин Ю.Н., Хозин В.Г. Битумные эмульсии для гидроизоляционных и кровельных покрытий// Известия КГАСУ. 2023. №1(63), с.6-14, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_6, EDN: DPAXIV

Bitumen emulsions for waterproof and roof coverings

I.I.Antonova[1], D.A.Ayupov[1], Y.N. Khakimullin[2], V.G. Khozin[1]
[1]Kazan State University of Architecture and Engineering, , Kazan, Russian Federation
[2]Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

Abstract: Cationic bitumen emulsions are widely used in road construction. The main quality of bituminous emulsions is stability during storage and transportation: they should only break down while contacting with the surface. Anionic emulsions used in waterproofing of buildings

and structures are less common due to their lower stability. The preparation of stable bitumen emulsions is impossible without the use of surfactants having necessary emulsifying and stabilizing properties. There are many chemical compounds that can be used to emulsify bitumen, but for technical and economic reasons, only a small number of them have become widespread.
The aim of the study is to develop the composition of an aqueous emulsifier solution that ensures the stability of the bitumen emulsion and a high complex of properties of the binder obtained from it. To achieve the goal, the following tasks were solved:
1. Synthesis of an effective surfactant from the target domestic raw materials, which will ensure the consistency of composition and properties.
2. Determination of the selected surfactant influence on the properties of bituminous emulsions and binders obtained from these emulsions.
Results. The main results of the study are to determine the optimal content of the surfactant, which will provide a high complex of properties of the emulsion and the binder obtained from it.
Conclusions. The significance of the obtained results for the construction industry consists in increasing the storage stability of bitumen emulsions used for waterproofing buildings and structures.

Keywords: bitumen emulsion, oleic acid, liquid rubber, sprayed waterproofing, emulsifier.

For citation: Antonova I.I.,Ayupov D.A., Khakimullin Y.N., Khozin V.G. Bitumen emulsions for waterproof and roof coverings // News KSUAE. 2023. №1(63), p.6-14,
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_6, EDN: DPAXIV

1. Введение

Рынок строительных материалов представлен широким ассортиментом гидроизоляционных материалов[1], в том числе на основе битума [2]. Широко используемым методом изоляции кровли и фундамента от влаги битумсодержащими материалами является наплавляемая гидроизоляция. Однако ее устройство сопряжено с рядом особенностей: необходимостью использования открытого пламени, подъема рулонных материалов, требованиями к квалификации рабочих. Образующиеся при этом кровельные покрытия являются шовными, что со временем приводит к протечкам. Кроме того, использование наплавляемых рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов на крышах сложной геометрии и вертикальных поверхностях, например, фундаментах, сопряжено с высокими трудозатратами. Большая часть мастичных кровель лишена этих недостатков, однако они содержат токсичный растворитель, что ограничивает их применение, в особенности в закрытых помещениях. Кроме того, ручная укладка мастичных кровель весьма трудоемка.

В этой связи актуальным и перспективным гидроизоляционным материалом является бесшовная напыляемая гидроизоляция, которая носит название «жидкая резина». Это двухкомпонентная полимерно-битумная эмульсия холодного напыления [3-4], состоящая из основного компонента и коагулятора. Несомненными преимуществами напыляемой гидроизоляции являются её высокая химическая стойкость, возможность напыления на старую гидроизоляцию, отсутствие швов при нанесении, прочность, отсутствие пожароопасных факторов при выполнении работ, отсутствие растворителей в составе, а также возможность изоляции поверхностей сложной геометрии.

Однако в строительной практике этот материал применяется достаточно редко, поскольку использование битумных эмульсий в устройстве гидроизоляционных и кровельных покрытий ограничивается их низкой устойчивостью при хранении. В этой связи разработка эффективных эмульгаторов и устойчивых эмульсий является по-прежнему актуальной задачей.

Следует отметить, что большинство разработанных битумных эмульсий (БЭ) предназначены для дорожного строительства [5-6]. Они обладают определенным комплексом свойств: обеспечивают сцепление слоев дорожной одежды между собой, используются в поверхностной обработке [7] и для укрепления и стабилизации грунтов [8] - и являются катионактивными [9-12]. Кроме того, для дорожных эмульсий важна

адгезия к минеральному заполнителю с кислой поверхностью[13], а битумные эмульсии гидроизоляционного назначения наносятся преимущественно на поверхности, проявляющие основные свойства, и должны иметь высокую адгезию к ним.

Свойства анионных ПАВ определяются способностью к диссоциации солей карбоновых кислот, которые сегодня чаще всего получают омылением растительных и животных жиров из различных отходов. Среди анионных эмульсий известны составы с использованием в качестве эмульгаторов отходов промышленности [14] - производств моющих средств: отхода переработки хлопкового масла (ОПХМ) и флотогудрона (ФГ) [15].Однако эти отходы имеют переменный химический состав и свойства, что свойственно отходам [16] и негативно сказывается на стабильности показателей качества битумных эмульсий.

Снижение количества иностранных поставщиков химической продукции вынудило переориентацию российских производителей на внутренний рынок, что выявило дефицит качественных анионных ПАВ.

В связи с этим целью исследования является -разработка состава водного раствора эмульгатора, обеспечивающего устойчивость битумной эмульсии с высоким уровнем показателей комплекса свойств полученного вяжущего. Задачами исследования являются:

1. Синтез эффективного поверхностно-активного вещества из целевого отечественного сырья для обеспечения постоянства состава и свойств битумных эмульсий.

2. Определение влияния выбранного поверхностно-активного вещества на свойства битумных эмульсий и вяжущих, полученных из этих эмульсий.

2. Материалы и методы

Для приготовления стабильной битумной эмульсии применяли поверхностно-активные вещества [17-18]. Большинство из этих веществ используется отдельно или в комбинации с одним или большим числом других соединений.

В ряде исследований показано [19-21], что наилучшей эмульгирующей способностью обладают ПАВ с числом углеродных атомов в цепочке молекулы n_c=10-22. Положительно в разных системах зарекомендовали себя эмульгаторы, являющиеся солями олеиновой кислоты [22]. Для получения битумной эмульсии в качестве эмульгатора нами выбран анионный эмульгатор натриевой соли олеиновой кислоты, при ионизации которой, гидрофобная углеводородная группа становится частью потенциалообразующего отрицательно заряженного иона-аниона.

Олеиновая кислота $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$ является ненасыщенной одноосновной жирной кислота, которая входит в виде глицеридов в состав многих жидких и твердых жиров: льняного, оливкового, хлопкового, миндального, подсолнечного, кокосового (пальмового) масел и т. п.

Таблица 1

Свойства технической олеиновой кислоты

Показатели	**Норма олеиновой кислоты**
Массовая доля золы, %, не более	0,1
Массовая доля влаги, % не более	0,5
Цветное число, мг.йода, не более	70
Температура застывания, ºС	8-15
Массовая доля жирных кислот в безводном продукте, %, не менее	97,4
Массовая доля неомыляемых и неомыленных веществ, %, не более	3,5
Кислотное число, мг КОН/г	185-200
Число омыления, мг КОН/г	185-200

Выпускается АО «НэфисКосметикс» по ТУ 9145-172-4731297-94 марки Б-115 и представляет собой смесь дистиллированных жирных кислот растительных масел и имеет вязкотекучее состояние, прозрачного от светло желтого до желтого цвета со следующими физико-химическими показателями: молекулярный вес, г/моль – 282,46,

температура плавления кислоты около 14 °С, температура кипения 223 °С при 10 мм рт. ст., плотность 0,898 г/см при 14 °С.

Натриевую соль олеиновой кислоты получали омылением кислоты раствором гидроксида натрия при температуре 80^0С в течение 2 ч. При взаимодействии протекает следующая химическая реакция:

$C_{17}H_{33}COOH+NaOH \rightarrow C_{17}H_{33}COONa+H_2O$

Расчетным путём определяли необходимое количество гидроксида натрия. Величина pH раствора должна быть в интервале 10-12.

Битумные эмульсии получали диспергированием в коллоидной мельнице в соотношении 1:1 битума марки БНД 70/100 производства ООО «Химнефтепродукт» и водного раствора эмульгатора.

Для изучения зависимостей основных технических свойств битумных эмульсий от концентрации эмульгатора выбрали следующие концентрации натриевой соли олеиновой кислоты: 2%, 2,5%, 3%, 3,5% и 4%. Для определения оптимального состава изучались: однородность, устойчивость в течение 7 и 30 суток и условная вязкость.

3. Результаты и обсуждение

В ходе лабораторных испытаний определили концентрацию ПАВ, соответствующую оптимальной однородности, характеризующейся минимумом остатка на сите (Рис. 1а), отмеченным при 3% эмульгатора, что коррелирует с данными по устойчивости битумной эмульсии (Рис. 1б и 1в).

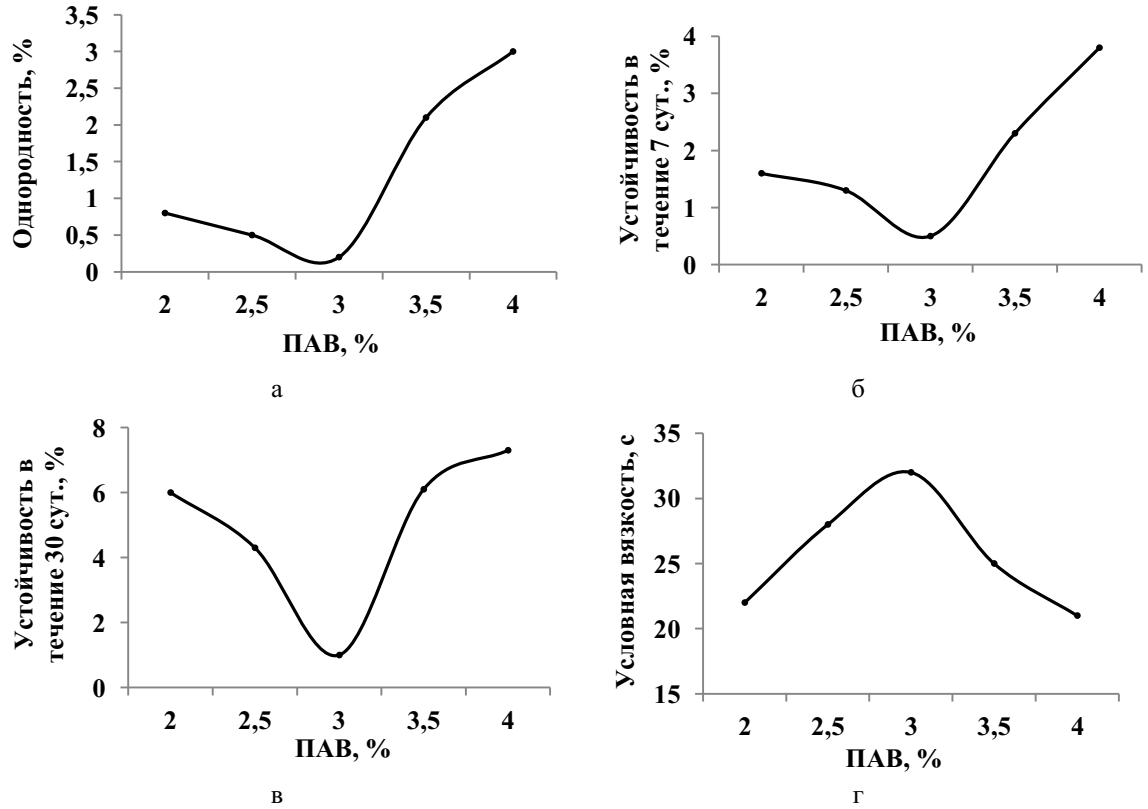


Рис. 1. Зависимость свойств битумной эмульсии от концентрации ПАВ (иллюстрация авторов)
а) однородность; б) устойчивость в течение 7 суток; в)устойчивость в течение 30 суток;
г) условная вязкость.

Fig.1. Dependence of the bitumen emulsion properties on the surfactants concentration (authors illustration)
а) homogeneity; б)7-days stability; в)30-days stability; г)nominal viscosity.

Необходимо отметить, что при хранении анионных битумных эмульсий допускается их расслоение, однако при перемешивании они вновь должны становиться гомогенными, что наблюдается и для разработанной эмульсии.

Известно, что вязкость эмульсий косвенно характеризует их дисперсность. В зависимости условной вязкости битумных эмульсий от концентрации в них эмульгаторов вновь наблюдается максимум при 3 % ПАВ (Рис. 1г).

В таблице 2 приведены свойства оптимального состава разработанной битумной эмульсии с выбранным эмульгатором и эмульсии на основе промышленного эмульгатора Азол 1021 марки В.

Таблица 2

Свойства оптимального состава

БЭ	Однородность, %	Устойчивость в течение 7 суток, %	Устойчивость в течение 30 суток, %	Условная вязкость, с
Битум + 3 % Олеат натрия	0,2	0,5	1,0	32
Битум + 1% Азол 1021 марки В	0,5	0,6	1,0	13
ГОСТ Р 58952.1—2020	0,4	0,5	-	не более 40

Как видно, разработанная эмульсия превосходит по однородности и устойчивости промышленный аналог на базе эмульгатора Азол-1021 (В). Более высокая вязкость эмульсии говорит о меньшем размере битумной дисперсной фазы, что подтверждает ее б*о*льшую однородность.

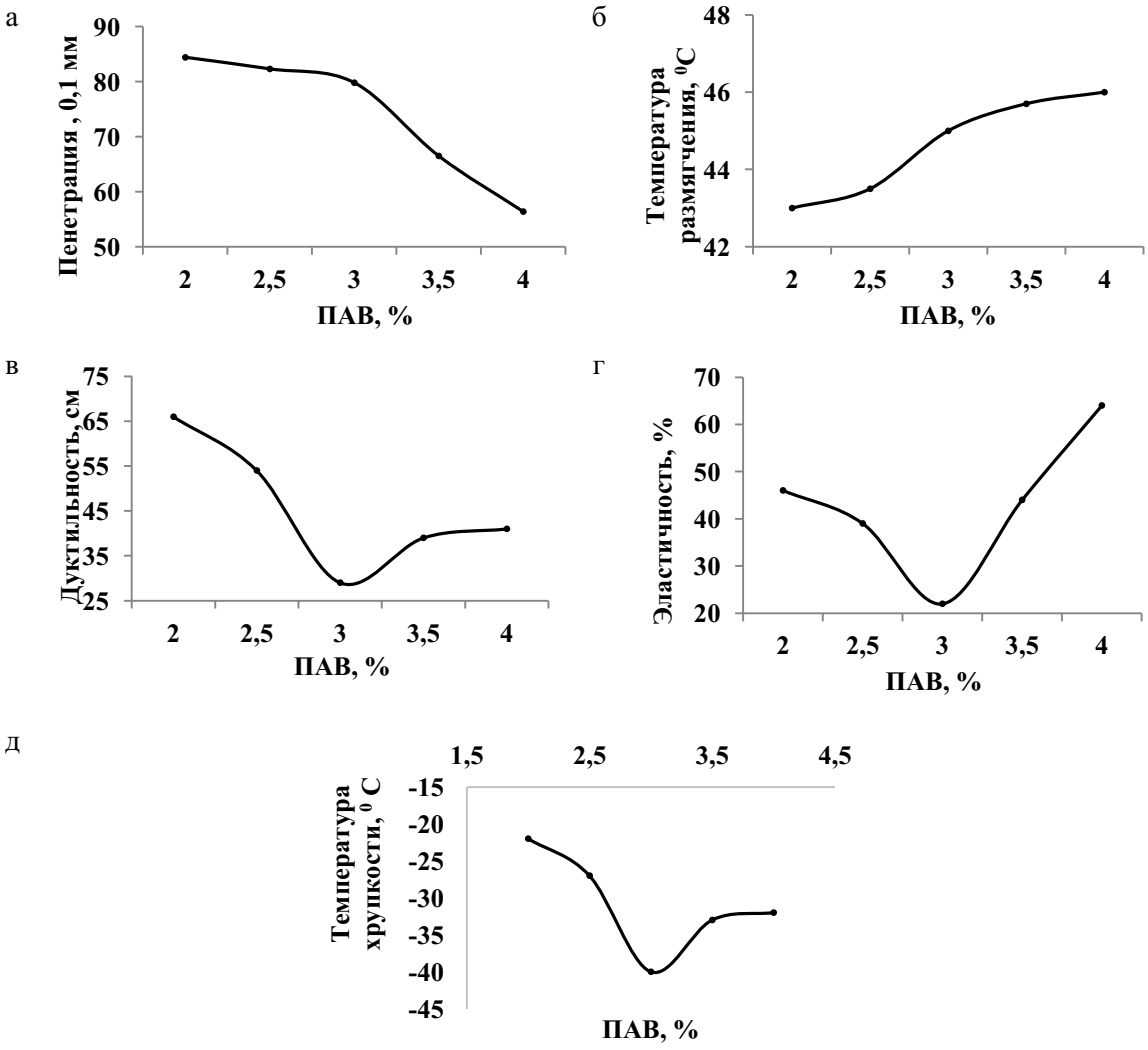


Рис. 2. Зависимость свойств битумных вяжущих, выделенных из эмульсий, от концентрации ПАВ(иллюстрация авторов) а) пенетрация при температуре 25 ^{0}C; б) температура размягчения; в) дуктильность при температуре 25 ^{0}C;
г) эластичность при температуре 25 ^{0}C; д) температура хрупкости.
Fig. 2.Dependence of the properties of bituminous binders obtained from emulsions on the surfactants concentration (authors illustration) a) 25 ^{0}C-penetration; б) softening temperature; в) 25 ^{0}C-ductility; г) 25 ^{0}C-elasticity; д) Brittleness temperature.

Следующий этап заключается в определении свойств битумных вяжущих, выделенных из эмульсий путём коагуляции пятипроцентным водным раствором хлорида кальция. Соотношение битумная эмульсия/водный раствор коагулянта составило 8/1.

Видно, что твердость вяжущего увеличивается с ростом концентрации эмульгатора (Рис. 2а). Полученный результат коррелирует с ростом теплостойкости вяжущего (Рис.2б).

Концентрационная кривая дуктильности (Рис. 2в) носит экстремальный характер. Очевидно, небольшие концентрации ПАВ структурируют вяжущее, в то время как избыток ПАВ несколько пластифицирует его. При этом дуктильные вяжущие в нашем случае являются эластичными (Рис. 2г), что наблюдается редко.

Следует отметить, что разработанные вяжущие по сравнению с немодифицированным битумом ($T_{хр}$ = -15 ^{0}C) имеют низкотемпературную гибкость, что подтверждается зависимостью температуры хрупкости битумных вяжущих от концентрации ПАВ (рис. 2д).

Отметим, что для сравнения приготовлены битумные эмульсии со стеариновой кислотой в качестве ПАВ. Стеариновая кислота по строению и молекулярной массе аналогична олеиновой, однако является насыщенной. Разработанные битумные эмульсии при охлаждении переходили в твёрдое агрегатное парафино подобное состояние, и использовать их для гидроизоляции становилось невозможным, поэтому применение ненасыщенных жирных кислот является предпочтительным.

В полученную эмульсию в дальнейшем может быть введён латекс для придания гидроизоляционному материалу полимерных свойств.

4. Заключение

1. Установлено, что разработанные водные растворы ПАВ на основе олеиновой кислоты являются эффективным эмульгатором для получения битумных эмульсий. Показано, что при 3% ПАВ эмульсии обладают оптимальной однородностью и устойчивостью, а также вязкостью, что свидетельствует об их высокой дисперсности. Указанные свойства превосходят требования ГОСТ и характеристики промышленно выпускаемого аналога.

2. Вяжущие, полученные из разработанных эмульсий, обладают повышенными температурой размягчения и твёрдостью, а также улучшенной низкотемпературной гибкостью.

Применение ненасыщенных ПАВ жирнокислотного ряда является более предпочтительным, так как применение насыщенных ПАВ может негативно повлиять на переход эмульсий в твёрдое агрегатное состояние.

Список литературы/References

1. Дубиняк А.Н., Овчинников И.И. Гидроизоляционные материалы для защиты конструкций транспортных сооружений // Интернет-журнал «Транспортные сооружения».2020. №2.Т. 7 (доступсвободный). DOI: 10.15862/21SATS220 [Dubinyak A.N., Ovchinnikov I.I. Waterproofing materials to protect the structures of transport facilities// Russian journal of transport engineering, [online]. 2020. Vol. 2(7). Available at: https://t-s.today/PDF/21SATS220.pdf (in Russian). DOI: 10.15862/21SATS220].
2. Rupal A., Sharma S. K., Tyagi G.D. Experimental investigation on mechanical properties of polyurethane modified bituminous waterproofing membrane //Materials Today: Proceedings. 2020. Vol. 27, Part 1. P. 467-474.DOI.org 10.1016/j.matpr.2019.11.278.
3. Хамидулина Д.Д., Подушкин С.С. "Жидкая резина" - бесшовная напыляемая гидроизоляция //Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2017. Т. 1. С. 244-247 [Khamidulina D. D., Podushkin S. S. Current Problems of Modern Science// Technology and Education (Akt. probl. sovrem. nauki, tekhn. i obr.)/ 2017. Vol. 1. P. 244-247].
4. Авдеева К. В., Юшков Б. С. Гидроизоляция напылением жидкой резины// Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. 2013. Т. 2. С. 17-29[Avdeeva K. V., Yushkov B. S. Ecology and Scientific and Technical Progress (Ekologiya I nauchn.-tekhn. progress). Urban Science. 2013. Vol. 2. P.17-29].

5. Khasawneh M. A., Alyaseen S. K. Analytic methods to evaluate bituminous mixtures enhanced with coir/coconut fiber for highway materials//Materials Today: Proceedings. 2020.Vol. 33, Part 4. P. 1752-1757.DOI.org/10.1016/j.matpr.2020.04.870
6. López C., González A., Thenoux G., Sandoval G., Marcobal J. Stabilized emulsions to produce warm asphalt mixtures with reclaimed asphalt pavements, Journal of cleaner production. 2019. Vol. 209. P.1461-1472. DOI.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.138.
7. Bulanov P., Vdovin E., Stroganov V., Mavliev L., Juravlev I. Complex modification of bituminous binders by linear styrene-butadiene-styrene copolymer and sulfur// Proceedings of STCCE. International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering 2022 : Lecture Notes in Civil Engineering. Switzerland, 2022. P. 405-413.
8. MazurekG., IwańskiM., BuczyńskP., HorodeckaR. Influence of innovative three-element binder on permanent deformations in recycled mixtures with emulsion and foamed bitumen Archives of Civil and Mechanical Engineering.2021. Vol. 21. P. 55. DOI:10.1007/s43452-021-00192-9.
9. A. Yuliestyan, M. García-Morales, E. Moreno, V. Carrera, P. Partal Assessment of modified lignin cationic emulsifier for bitumen emulsions used in road paving// Materials and Design. 2017. Vol.131. P. 242-251. DOI: 10.1016/j.matdes.2017.06.024.
10. M.Zalnezhad, E. Hesami Effect of steel slag aggregate and bitumen emulsion types on the performance of microsurfacing mixture Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition). 2020.Vol. 7. P. 215-226.DOI:10.1016/j.jtte.2018.12.005.
11. Alenezi T., Norambuena-Contreras J., Dawson A. Garcia A. A novel type cold mix pavement material made with calcium-alginate and aggregates// J. Clean. Product. 2019. Vol.212. P. 37–45. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.11.297.
12. Dareyni M., MoghaddamA. M. Fresh and mechanical properties of roller compacted concrete containing Cationic Asphalt Emulsion admixture //Construction and Building Materials. 2019. Vol. 198. P. 226-236. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.11.186.
13. Asjadi S. El, Nederpel Q. A., Cotiuga I. M., Picken S. J., Besseling N. A. M., Mendes E., Lommerts B. J.BiopolymerScleroglucan as an Emulsion Stabilizer//Colloids and Surfaces A Physicochemical and Engineering Aspects. 2018. Vol. 546. P.326-333. DOI:10.1016/j.colsurfa.2018.02.035
14. RazaliM. N., EzatieMohd IsaS. N., MdSalehanN. A., MusaM., Abd AzizM. A., NourA. H., Yunus R. M. Formulation of Emulsified Modification Bitumen from Industrial Wastes //Indonesian Journal of Chemistry. 2020. Vol. 20 (1). P.96 – 104.DOI:10.22146/ijc.40888.
15. Nogueira, R. L., Soares, J. B., Soares, S. de A. Rheological evaluation of cotton seed oil fatty amides as a rejuvenating agent for RAP oxidized asphalts//Construction and Building Materials.2019. Vol.223. P. 1145–1153. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2019.06.
16. Krasinikova N., Stepanov S., Makarov D. Cement stone, modified by chemical water treatment sludge // IOP CONFERENCE SERIES. Materials Science and Engineering. Kazan. Russia. 2020. P. 012099.
17. Abdullin A.I., Emelyanycheva E.A. Water-bitumen emulsions based on surfactants of various types // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2020. Vol.55. P.73-80.
18. Ronald M., Luis F.P. Asphalt emulsions formulation: State-of-the-art and dependency of formulation on emulsions properties//Construction and Building Materials.2016.Vol.123. P. 162–173. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2016.06.129.
19. Gonçalves M., Silvestre J.D., de Brito J., Gomes R. Environmental and economic comparison of the life cycle of waterproofing solutions for flat roofs//Journal of building engineering. 2019. Vol.24. DOI.org/10.1016/j.jobe.2019.02.002.
20. Cao G., Du T., Bai Y., Yang T., Zuo J. Effects of surfactant molecular structure on the stability of water in oil emulsion//Journal of Petroleum Science and Engineering.2021. Vol.196. DOI:10.1016/j.petrol.2020.107695.
21. Ghosh S., Ray A., Pramanik N. Self-assembly of surfactants: An overview on general aspects of amphiphiles//Biophysical Chemistry. 2020. Vol. 265.DOI.org/10.1016/j.bpc.2020.106429.
22. Носкова А. А., Пивень А. О., Сладков Д. Ю. Синтез эмульгаторов на основе олеиновой кислоты: проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Межд. Сим.им. академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К. И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина/

Томский политехнический университет. Томск, 2019. С. 349-351 [NoskovaA.A., Piven A.O., Sladkov D. Yu. Synthesis of Emulsifiers Based on Oleic Acid, Problems of Geology and Subsoil Development (Sintez emul'gatorov na osnove oleinovoy kisloty): proceedings of 23rd International symposium named after academician M.A. Usov for students and young scientists, dedicated to the 120th anniversary of the birth of academician K. I. Satpayev, to the 120th anniversary of the birth of Professor K. V. Avdeeva, B. V. Radugin)/Tomsk Polytechnic University. Tomsk, 2019. P. 349-351].

Информация об авторах

Антонова Ильвира Илгизовна, старший преподаватель, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Российская Федерация.
Email: antonova.ilvira@yandex.ru
Аюпов Дамир Алиевич, кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Российская Федерация.
Email: ayupov_damir@rambler.ru
Хакимуллин Юрий Нуриевич, доктор технических наук, профессор, Казанский национальный исследовательский технологический университет, г.Казань, Российская Федерация.
Email:hakim123@rambler.ru
Хозин Вадим Григорьевич, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Российская Федерация.
Email: khozin@kgasu.ru

Information about the authors

Ilvira I. Antonova, senior lecturer, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation.
Email: antonova.ilvira@yandex.ru
Damir A. Ayupov, candidate of technical sciences, associate professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation.
Email: ayupov_damir@rambler.ru
Yuri N. Khakimullin, doctor of technical sciences, professor, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation.
Email:hakim123@rambler.ru
Vadim G. Khozin, doctor of technical sciences, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation.
Email:khozin@kgasu.ru

УДК: 691.168
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_14
EDN: EXDWYX

Добавки в асфальтобетон. Обзор литературы

А.А.Игнатьев[1,2]
[1] ФАУ «РОСДОРНИИ», г. Москва, Российская Федерация
[2]«Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль, Российская Федерация

Аннотация. *Постановка задачи.* Вопросам совершенствования асфальтобетонов уделяется в последнее время большое внимание. Это связано с необходимостью продления сроков эксплуатации асфальтобетонного покрытия в условиях постоянного роста транспортных нагрузок, интенсивности движения и климатических факторов, а также необходимости расширения функциональных свойств покрытия. Цель исследования: определить перспективы развития и направления совершенствования асфальтобетонов. Задачами исследования являются: анализ работ отечественных и зарубежных исследователей, направленных на изучение характеристик асфальтобетона от введения добавок и новых компонентов в состав асфальтобетонной смеси, а также определить направления развития асфальтобетонов.
Результаты. В ходе обзора исследований было выявлено четыре основных вектора развития асфальтобетона. Первый направлен на введение добавок, способных при применении микроволнового воздействия обеспечить самозалечивание микротрещин покрытия. Второй вектор более перспективен и скорее его можно отнести к понятию «умных» материалов, где вводимые добавки обеспечивают возможность для асфальтобетонного покрытия использовать технологии, широко распространенные для интеллектуальных транспортных систем, за счет электропроводимости смеси. Третий вектор связан с поиском вариантов замены основного вяжущего (битума) на другие виды вяжущих или оценка возможности применения комбинаций вяжущих, как цемент и битум одновременно. Четвертый вектор направлен на оценку вводимых добавок непосредственно в саму асфальтобетонную смесь в виде различных волокон, как природного происхождения, так и искусственно полученных. Широта применяемых волокон очень разнообразна и работ, посвященных этим исследованиям достаточно много.
Выводы. Результаты исследований позволяют установить современные тенденции в развитии асфальтобетонных покрытий и оценить перспективные добавки в асфальтобетон, обеспечивающие повышение эксплуатационных характеристик и получение новых востребованных свойств покрытия, что дает основание для формирования дальнейших исследований.
Ключевые слова: асфальтобетон; композиционные дорожные материалы; направления развития асфальтобетона; покрытие; добавки в асфальтобетон.

Для цитирования: Игнатьев А.А. Добавки в асфальтобетон. Обзор литературы // Известия КГАСУ, 2023 № 1 (63), с.14-30, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_14,
EDN: EXDWYX

Additives in asphalt concrete. Literature review

A.A. Ignatyev[1,2]

[1] FAI "ROSDORNII", Moscow, Russian Federation
[2] "Yaroslavl State Technical University", Yaroslavl, Russian Federation

Abstract. *Statement of the problem*. Recently a lot of attention has been paid to the problems of improving asphalt concrete. This is due to the need to extend the service life of asphalt concrete pavement in conditions of constant growth in traffic loads, intensity of traffic and climatic factors as well as the need to extend the functional properties of the pavement. The purpose of the study is to determine the prospects of development and directions of improvement of asphalt concretes. The aims of the research are to analyse the works of domestic and foreign researchers aimed at examining the characteristics of asphalt concrete by introducing additives and new components into asphalt concrete mixture and identify the directions of asphalt concrete development. *Results*. During the research review, four main vectors of asphalt concrete development were identified. The first one is aimed at the introduction of additives able to provide self-healing of pavement microcracks when microwave exposure is used. The second vector is more promising and can rather be attributed to the concept of "smart" materials, where the input additives provide an opportunity for asphalt concrete pavement to use technologies widely used for intelligent transport systems due to the electrical conductivity of the mixture. The third vector is related to the search for options to replace the main binder (bitumen) with other types of binders or to evaluate the possibility of using combinations of binders, such as cement and bitumen simultaneously. The fourth vector is aimed at evaluating the additives introduced directly into the asphalt concrete mixture itself in the form of various fibers, both of natural origin and artificially obtained. The range of applied fibers is very diverse and the works devoted to these researches are quite numerous. *Conclusions.* The results of the researches allow establishing modern tendencies in the development of asphalt concrete coatings and estimating perspective additives in asphalt concrete which provide increase in operational characteristics and formation of new demanded properties of coatings that gives the grounds for further researches.

Key words: asphalt concrete; composite road materials; directions of asphalt concrete development; pavement; additives in asphalt concrete.

For citation: Ignatyev A.A. Development prospects and directions of asphalt concrete improvement // News KSUAE 2023 № 1 (63), p. 14-30, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_14, EDN: EXDWYX

1. Введение

Развитие дорожных композиционных материалов и в первую очередь асфальтобетонных покрытий ведется по нескольким направлениям. Высокая стоимость компонентов асфальтобетона, возросшие транспортные нагрузки на дорожные одежды, постоянное воздействие климатических факторов, выход на рынок новых материалов с новыми свойствами создают предпосылки для проведения разносторонних поисковых исследований.

В данной статье представлен обзор теоретических исследований, охватывающий последние тенденции в развитии асфальтобетонов. Асфальтобетон является широко распространенным дорожно-строительным композиционным материалом во всем мире. Состав асфальтобетонных смесей совершенствуется на протяжении многих лет. Так щебеночно-мастичный асфальтобетон (рисунок 1) представляет собой четыре базовых компонента: крупный и мелкий каменный заполнитель, минеральный порошок, вяжущее (битум) и пятый компонент - стабилизирующая добавка. В настоящее время отечественные и зарубежные исследователи активно проводят теоретические и экспериментальные исследования по оценке возможности включения новых компонентов в асфальтобетонные смеси (рисунок 2). Это связано с целым рядом причин. Так, каменный материал, который призван обеспечить устойчивость покрытия к восприятию

транспортных нагрузок и сформировать жесткий каркас, имеет несколько ограничений, связанных с производством и физико-механическим характеристикам. В ряде стран отсутствует возможность добычи каменных материалов, которые могут быть эффективно использованы в асфальтобетонных покрытиях, и могли бы удовлетворять потребности дорожной отрасли. Приходится искать альтернативные варианты или разрабатывать иные механизмы включения различных вторичных ресурсов (отходов) и не используемые ранее компоненты. Аналогичная ситуация наблюдается и для мелкого заполнителя, минерального порошка и вяжущего в виде битума. Каждый из традиционных компонентов смеси (рисунок 1), в совокупности, обеспечивающий требуемые эксплуатационные показатели готового асфальтобетонного покрытия, имеет в разных странах, свои ограничения и, очевидно, что поиск новых компонентов является актуальной задачей для многих стран. При этом эксплуатационные характеристики получаемого асфальтобетонного покрытия не должны быть хуже традиционных смесей или же должны иметь новые востребованные физико-механические характеристики для продолжительной эффективной эксплуатации в течение всего года и на протяжении требуемого количества лет эксплуатации.

Рис. 1 – Традиционный состав щебеночно-мастичного асфальтобетона (иллюстрация авторов)
Fig. 1 - Traditional composition of crushed-mastic asphalt concrete (illustration by the authors)

Новым направлением развития асфальтобетонных смесей стала возможность внедрения различных техногенных отходов, побочных продуктов производства, вторичных ресурсов различных производств в асфальтобетонные смеси и особенно в последние годы, в связи с пристальным вниманием мировой общественности к вопросам экологии. Причем использование вторичных ресурсов затрагивает все компоненты асфальтобетонной смеси.

Рис. 2 – Схема включения новых компонент в асфальтобетонную смесь (иллюстрация авторов)
Fig. 2 - Scheme of inclusion of new components in the asphalt mixture (illustration by the authors)

Отдельно проводятся исследования, направленные на поиск омолаживающих составов для покрытий [1], которые бы обеспечили работоспособность асфальтобетонного покрытия и за постгарантийным сроком эксплуатации. В этом направлении работают и производители битумных материалов, которые выводят на рынок новые омолаживающие составы, наносимые непосредственно на поверхность покрытия или вводимые в разогретую смесь при холодной или горячей регенерации покрытия, а также при применении гранулята старого асфальтобетона в новых смесях. Важным направлением исследований является поиск таких новых компонентов для асфальтобетонной смеси, которые были бы способны решать уникальные задачи эксплуатации покрытия или обладали бы уникальными физико-механическими характеристиками, как например, возможность самостоятельной борьбы покрытия со снежно-ледяными отложениями, самодиагностика покрытия и токопроводимость, нагреваемость, поглощение радиоволн, интеллектуальное покрытие, как элемент интеллектуальных транспортных систем, самозалечиваемые покрытия и целый ряд других уникальных свойств.

Цель исследования заключается в установлении направлений совершенствования асфальтобетонов в мире. Задачами исследования являются:

1) анализ работ отечественных и зарубежных исследователей, направленных на изучение характеристик асфальтобетона от введения добавок и новых компонентов в состав асфальтобетонной смеси;
2) определить дальнейшие векторы развития асфальтобетонов в мире на основе анализа опубликованных результатов исследований преимущественно за последние 3-5 лет;

2. Материалы и методы

Для анализа исследований отечественных и зарубежных авторов, были отобраны те работы, в которых изучались характеристики асфальтобетонов, укладываемых в горячем состоянии и изготавливаемые по традиционной технологии приготовления асфальтобетонных смесей. Работы, посвященные изучению характеристик холодных, литых, песчаных и пористых асфальтобетонных смесей в данном исследовании не представлены. Методики испытаний асфальтобетонов в разных странах отличаются и имеют свои особенности и специфику, поскольку климатические условия эксплуатации покрытий также значительно отличаются. В данном обзоре исследований, в области совершенствования асфальтобетонов, рассматривались работы авторов, которые применяли в основном методологию объемного проектирования асфальтобетонных смесей по Маршаллу. Методология объемно-функционального проектирования Superpave не рассматривалась. Алгоритм объемного проектирования по Маршаллу включал в себя подбор минерального заполнителя на первом этапе, а затем подбор битумного вяжущего. По итогам испытаний исследователями определялся оптимальный состав асфальтобетонной смеси с ожидаемыми свойствами. Практически все работы включали в себя проведение испытаний на стабильность и текучесть, оценку объемной плотности образцов, проводились исследования образцов на сопротивление пластическому течению по методологии Маршалла, оценивалась водостойкость, проводились испытания по методу трехточечного испытания образцов асфальтобетона на изгиб и методу определения стойкости к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса, оценивалась разрушающая нагрузка по Маршаллу. В ряде работ применялись специфические методы испытаний присущие тем странам, в которых это закреплено нормативными документами.

3. Результаты и обсуждение

Рассмотрим подробнее направления совершенствования асфальтобетонов и научно-поисковые работы отечественных и зарубежных авторов. Основной упор будет сделан на публикации последних пяти лет.

Компоненты асфальтобетонной смеси. Крупный каменный заполнитель.

Функционально асфальтобетонное покрытие призвано удовлетворять потребность в непрерывности покрытия и восприятии нагрузок от транспорта в течение всего года со своими циклами замораживания и оттаивания, увлажнения и просыхания, воздействием осадков, солнечной радиацией и др. В классической рецептуре асфальтобетонной смеси

крупный заполнитель преимущественно представлен прочными каменными заполнителями, обладающим требуемыми физико-механическими характеристиками, значительным весом и прочностью. Однако, в ряде случаев, возникает потребность в замене дорогого материала на более дешевые аналоги. В работе [2] авторы описывают проблему утилизации строительного лома, в, частности, бывших в употреблении бетонных изделий. Так щебень из бетонного лома в объеме 40% от массы крупного заполнителя, содержащий известняк и доломит применялся в качестве компонента для приготовления асфальтобетона. Результаты испытаний показали возможность применения вторичного щебня из лома бетонных конструкций, при частичной замене природного щебня в структуре асфальтобетона. Аналогичная работа проводилась исследователями из других стран [3,4]. Помимо важных эксплуатационных характеристик асфальтобетонных смесей иногда требуются специфические свойства смесей, такие как огнестойкость и огнезащита. Особенно это востребовано в тоннелях и закрытых пространствах. Так в работе [5] проводились исследования по введению в качестве крупного заполнителя сталеплавильного шлака взамен традиционного щебня с целью повышения огнезащитных свойств смеси. Дополнительно в смесь в количестве 8% вводились антипирены от массы всей смеси. В работе [6,7] авторы комбинировали сталеплавильный шлак и отходы доломитового песка в структуре асфальтобетонной смеси. Результаты испытаний показали, что включение данных компонентов дают возможность обеспечить более высокое сопротивление усталостному разрушению, чем эталонные смеси. В работе [8] авторы заменили часть крупного заполнителя на алюминиевые шлаки, а вместо минерального порошка применяли измельченную керамическую плитку. Наилучшие результаты для нагруженного движения показала смесь с содержанием до 30% алюминиевого шлака, при 50% для легкого движения, при 20% для среднего движения. Здесь важно отметить тот факт, что шлаки от производства стали, олова, алюминия, меди и других металлов активно применялись еще с середины двадцатого века в качестве альтернативы крупного каменного материала и опыт применения был подтвержден успешностью эксплуатации покрытия, поэтому поиск новых компонентов взамен традиционных является оправданным.

Минеральный порошок.

Работы, связанные с заменой традиционного минерального порошка на новые компоненты, встречаются достаточно часто. Они занимают лидирующие позиции среди поисковых исследований в области асфальтобетонов. Очевидно, это связано с многообразием материалов, отходов, ресурсов, схожих по дисперсности, характеристикам и свойствам, а также в связи с небольшой долей (до 15%) данного компонента в структуре асфальтобетонного покрытия. Так исследователи [9] проводили оценку применения относительно слабого доломитового заполнителя в качестве минерального порошка, находящегося на территории Латвии в асфальтобетоне. В ходе испытаний было установлено, что введение минерального порошка из слабых доломитовых пород незначительно ухудшает свойства асфальтобетона по сравнению с эталонной смесью А16 и традиционным минеральным порошком. В работах [10,11] авторами исследовался молотый гранулированный доменный шлак в качестве альтернативы минеральному порошку в асфальтобетонной смеси. Оптимальное количество вяжущего (битума) составило 5,5%, традиционный минеральный порошок заменяется полностью молотым гранулированным доменным шлаком.

Отходы от сжигания каменного угля, в виде золошлаковых отходов, уже активно используются в качестве вторичного ресурса, однако из-за нестабильности свойств уникального решения еще не предложено. Так исследователи продолжают рассматривать разные варианты применения золошлаков, в том числе в качестве компонентов для асфальтобетона. Утилизация золошлаков [12-15] не только решает проблемы утилизации отходов, но и обеспечивает экономичный эффект от применения их в составе строительных материалов [16]. Производство горячей асфальтобетонной смеси является дорогостоящим, поэтому потребность в поиске альтернативных материалов, которые могли бы минимизировать затраты на производство без ухудшения его эксплуатационных характеристик [17, 15] очень высока. Исследователи показали, что минеральный порошок играет важную роль в заполнении пустот между крупным и

мелким заполнителями, что позволяет повысить стабильность, плотность и прочность асфальтобетонного покрытия [18, 19].

Ряд поисковых работ, посвящен замене минерального порошка гашеной известью [20, 21]. Так в работах [22-25] вместо части минерального порошка было предложено использовать 2,5% от веса всей минеральной части гидратированной извести. В результате экспериментальных исследований было установлено, что повышается теплопроводность асфальтобетона, снижается внутреннее напряжение покрытия в зимний период, улучшается трещиностойкость.

В работе [26] авторы проводили исследования по замене минерального порошка на технический углерод. Авторами было установлено оптимальное содержание технического углерода в виде сажи в объеме 5% от массы минеральной части. В результате удалось улучшить механические характеристики асфальтобетонных смесей при стандартных методиках испытаний и полезные свойства асфальтобетона. Улучшились сдвиговые свойства, устойчивость к колее, по сравнению с эталонными смесями.

Ряд работ посвящен оценке возможности включения специфических побочных продуктов и отходов промышленности, а также техногенных отходов в качестве минерального порошка для асфальтобетона, например, золы [27], золы рисовой шелухи [28], доменного шлака [29, 30], молотого сталеплавильного шлака [31], отработанного литейного песка [32], золы от скорлупы пальмовых зерен, золы шелухи проса и каолин [33], золы от рисовой соломы [34], кофейной шелухи [35], кокосовой скорлупы (порошок) [36, 37] кукурузного крахмала [38], жмыха сахарной промышленности [39], отходов из пылеуловителей асфальтобетонных заводов [40], смолы (канифоль) [41], золы сточных вод [42], золы уноса [43], отработанной формовочной смеси [44], строительных отходов [45], красного шлама [46], отходов с нефтяных отложений (парафиновые отложения) [47] и других. В работе [17] авторы объединили золу уноса и карбонизированную рисовую шелуху для изучения пригодности в качестве компонента в производстве асфальтобетона. Ряд работ направлены на изучение влияния серы на свойства асфальтобетона [48, 49].

Битум.

Вопросам модификации битума уделяется повышенное внимание в настоящее время, поскольку эффективность работы асфальтобетонного покрытия напрямую зависит от характеристик вяжущего.

Битум, обеспечивая функции вяжущего для соединения крупного каменного заполнителя, мелкого заполнителя и минерального порошка формирует монолитное покрытие. Благодаря своим адгезионным, а также пластическим свойствам при нагревании и твердому состоянию при охлаждении битум обеспечивает заданные эксплуатационные характеристики асфальтобетонному покрытию. Однако термопластичность и низкая прочность при отрицательных температурах делает битум наиболее чувствительным, среди всех компонентов асфальтобетона, к воздействию транспортных нагрузок и климатических факторов. Размягчение битума при летних температурах вызывает пластические деформации, а зимняя хрупкость приводит к возникновению низкотемпературного растрескивания. Модификация битума такими полимерными добавками, как термоэластопласты типа SBS, латекс, позволяют улучшить свойства битума и повысить долговечность асфальтобетона и получить полимерно-битумное вяжущее [50]. Эти добавки повышают когезионную прочность и термостойкость битума, придают ему эластичность, улучшают его поведение при низких температурах. Однако из-за их высокой стоимости многие пытаются найти замену дорогостоящим модификаторам на более дешевые аналоги, например пластиковые отходы [51, 52]. Результаты использования пластиковых отходов в качестве полимера для модификации битума и замены заполнителя в асфальтобетоне показывают, что существует потенциал для получения экологических преимуществ по сравнению с первичными полимерами и природными заполнителями [53]. Проведенные исследования показывают, что характеристики асфальтобетонных смесей, включающих отходы пластмасс, зависят от нескольких аспектов, а именно: типа пластика [54, 55] и его содержания [12, 13]; температуры и времени смешивания [54]; процесса производства [56].

Для придания асфальтобетону эластичных и упругих свойств резины в него добавляют резину отработанных автомобильных шин. Более того, использование крошки автомобильных шин очень привлекательно с точки зрения решения вопросов экологии [57]. Согласно отечественной и зарубежной классификации, «резиноасфальтовяжущее» представляет собой смесь битума переработанных резиновых шин и определенных добавок, в которой крошка составляет не менее 15 процентов от общего веса смеси и вступила в реакцию с разогретым битумом в достаточной степени, чтобы обеспечить набухание частиц резины. Взаимодействие между асфальтовяжущим и резиновой крошкой не является химической реакцией. Это физическое взаимодействие, при котором резиновая крошка поглощает ароматические масла и легкие фракции (небольшие летучие или активные молекулы) из асфальтового вяжущего и выделяет некоторые из аналогичных масел, используемых при производстве резины, в асфальтовяжущее [58]. Реакция, происходящая между битумом и гранулированной резиной, приводит к изменению свойств резины [59]. После прохождения реакции резина приобретает эластичную структуру, оказывающую положительное влияние на асфальтовяжущее. Авторы в своих работах [60, 61] показали, что гранулы резины увеличиваются в объеме примерно в два раза от первоначального состояния при смешивании с горячим битумом. Также показано, что наилучшие характеристики резиноасфальтобетонной смеси получаются при применении частиц резины в диапазоне от 0,425 до 1,18 мм. Авторы в работах [62-69] показали, что битум и резина от шин могут быть использованы для получения нового вяжущего для асфальтобетонных смесей. В первую очередь, это связано с улучшением характеристик асфальтобетона [70-74] и увеличением толщины пленок вяжущего, долговечности и гибкости, несмотря на их низкую стабильность по методике Маршалла. По данным авторов [75, 76], добавление резиновой крошки повышает устойчивость асфальтобетонного покрытия к усталостному растрескиванию, также как показали и авторы в работе [67]. К такому же выводу пришли авторы в своей работе [77], когда показали, что использование резинового лома увеличивает усталостную прочность асфальтобетонного покрытия примерно на 25 процентов. В работе [61] установлен оптимальный диапазон введения резиновой крошки от 6% до 12%. В работе [78] авторы использовали резиновую крошку в качестве замены крупного заполнителя. В ходе испытаний было установлено, что оптимальное содержание крошки составляет 20% от веса крупного заполнителя. При этом оптимальное содержание битума составляет 5,5%.

Работ, посвященных изучению свойств битума, модифицированного различными добавками также достаточно много. Данная тенденция обусловлена необходимостью расширения и улучшения характеристик и свойств битума, как ключевого компонента, определяющего эффективную работу в течение требуемого периода эксплуатации.

Волокнистые добавки, вводимые в структуру асфальтобетонных смесей .

Анализ работ, посвященных введению различных видов добавок в асфальтобетонные смеси, показал, что современные исследования направлены не только на поиск новых материалов, улучшающих физико-механические характеристики асфальтобетонной смеси, но и на поиск различных новых добавок, которые могли бы изменить механику работы покрытия, продлить срок службы, расширить температурные диапазоны работы и обеспечить требуемые характеристики покрытию.

Авторы в работе [79] решали актуальную задачу по продлению сроков службы асфальтобетонного покрытия и снижению колеи от воздействия транспортных средств при высоких температурах наружного воздуха в Эфиопии. Исследования проводились с использованием щебне-мастичного асфальтобетона и включением в его структуру бамбукового волокна и волокон сахарного тростника и жмыха от производства сахара. Результаты показали положительный отклик при оценке на колею и прочность на растяжение. В похожей работе [80] авторы исследовали характеристики асфальтобетонной смеси с включением в их структуру джутовых волокон. В данном исследовании джутовое волокно использовалось в качестве армирующего материала и оценивалась его деформационная стойкость. Влияние волокна на содержание вяжущего способствовало увеличению расхода, вяжущего на 4-5%, при этом стабильность асфальтобетона увеличилась. Расход джутового волокна составил от 0,5% до 1% от веса смеси. Оптимальным было установлено содержание волокон с расходом 0,5%.

В работе [81] авторы исследовали возможность включения в состав асфальтобетона стальных волокон. Авторы вводили в асфальтобетонную смесь стальные волокна (фибру) в количестве 0,50% и 1,00% и исследовали полученные характеристики. Стальные волокна имели диаметр от 0,30 мм до 1,10 мм и длину от 15 мм до 50 мм. По сравнению с пропиленовыми волокнами стальные волокна имеют очень высокий модуль упругости, что дает им неоспоримые преимущества. Также было установлено, что введение более коротких волокон упрощает процедуру приготовления и улучшает механические характеристики асфальтобетона. Сделано предположение, что волокна будут способствовать продлению срока эксплуатации покрытия.

В области упрочнения асфальтобетонной смеси волокнистыми материалами проводятся многочисленные исследования [82]. Авторы в своей работе [83] провели ряд экспериментальных исследований асфальтовяжущего с введением разного количества керамического волокна. Результаты показали, что асфальтовяжущее, обладает лучшей трещиностойкостью и высокой температурной стабильностью по сравнению с традиционным асфальтобетоном. Авторы в работе [84] изучали характеристики асфальтобетонной смеси с включением волокон кукурузных стеблей. Результаты показали, что волокно улучшает механические характеристики смеси и температурную стабильность. В работе [85] авторы сравнили полиэфирное и полипропиленовое волокно. В ходе экспериментальных испытаний было установлено, что нейлоновое и углеродное волокно улучшают характеристики асфальтобетонной смеси по сравнению с традиционной асфальтобетонной смесью. Авторы в работе [86] экспериментально оценивали свойства модифицированной диатомитовым стекловолокном асфальтобетонной смеси. В ходе исследований было показано, что стекловолокно улучшило устойчивость диатомитовых асфальтобетонных смесей к низкотемпературному растрескиванию. В работе [87] авторами изучались характеристики асфальтобетонной смеси и асфальтобетона с введенной в состав смеси фибры стекловолокна различной длины. В результате было установлено, что чем длиннее фибра, тем более лучшие показатели на изгиб и сопротивление на колееобразование. На модуль деформации длина волокна практически не оказала влияния. Длинное волокно лучше передает напряжение, чем короткое. Улучшились вязкоупругие характеристики асфальтобетона и сопротивление усталостной прочности. Авторы в своей работе [88] изучали возможность армирования асфальтобетонных смесей фиброй от бывшей в употреблении тары из ПЭТФ. В ходе исследований было установлено оптимальное содержание фибры в количестве 0,7% от общего веса асфальтобетонной смеси. Также было установлено, что волокна значительно улучшают динамический модуль сдвига и повышается сопротивление колееобразованию.

Авторы в работе [89] сравнили свойства асфальтобетонных смесей из магнезиального волокна, лигнинового волокна, базальтового волокна и полиэфирного волокна. Результаты показали, что асфальтобетонная смесь с волокнами демонстрирует лучшую высокотемпературную стабильность, устойчивость к низкотемпературному растрескиванию и водостойкость по сравнению с традиционной асфальтобетонной смесью.

В целом количество работ посвященных введению новых волокнистых добавок в состав асфальтобетонной смеси в последние годы значительно возросло. Это обусловлено необходимостью решения задач по внутреннему армированию материала и повышению несущей способности асфальтобетонного покрытия для восприятия различных нагрузок. Данное направление исследований активно развивается и результаты испытаний дают основание для дальнейших активных поисков новых добавок, обеспечивающих получение новых характеристик для асфальтобетонного покрытия.

Добавки, обеспечивающие новые свойства асфальтобетону.

Многие исследователи, решая задачи по улучшению характеристик асфальтобетона, осуществляют поисковые работы для продления срока эксплуатации покрытия, получения новых свойств и улучшения его эксплуатационных характеристик. Так в исследовании иранских авторов [90] была предпринята попытка изучения возможности использования отработанного моторного масла (WEO) и отработанного кулинарного жира (WCO) в качестве омолаживающего состава для асфальтобетона,

включающего гранулят старого асфальтобетона (RAP). В асфальтобетон, содержащий 25%, 50% и 75% RAP, было добавлено отработанное масло и кулинарный жир, в количестве 5%, 10% и 15% (к весу вяжущего), и изучалось их влияние на свойства ползучести и усталости. В результате было установлено, что более вязкое отработанное масло имеет более выраженный положительный эффект на свойства смеси. Оптимальное количество добавки составляет не более 10% от веса вяжущего. Похожая работа была выполнена авторами [91] с целью изучения влияния омолаживающей добавки в виде отработанного масла в гранулят старого асфальтобетона. Так в ходе испытаний было установлено, что для умягчения смеси целесообразно использовать масло в соотношении 11:4, а для повышения эксплуатационных свойств резиновую нанокрошку в количестве 2,5% от веса гранулята старого асфальтобетона. Результаты испытаний показали, что данный материал может быть применен для изготовления тротуарной плитки. Тем не менее водопоглощение оказалось низким и составило 8%.

В работе [92, 93] авторы предложили в качестве омолаживающего состава использовать композитные капсулы альгинат кальция и атапульгит. Капсулы вводились в состав асфальтобетонной смеси с целью омоложения состава в процессе последующей эксплуатации. За счет многокамерности структуры капсулы она эффективно, в процессе имитационного старения, высвобождает масло, что снижает окисление вяжущего. Капсулы в процессе испытаний не деформировались, что говорит об успешности испытаний. Также было установлено, что введение капсул способствует продлению срока службы покрытия. Дальнейшие исследования будут направлены на оценку эффективности капсул под воздействием ультрафиолетового излучения. В работе [94] проводились аналогичные исследования только для пористых а.б. смесей. Результаты также охарактеризованы как положительные.

Отдельным новым направлением исследований в вопросах восстановления небольших повреждений на покрытии, залечивании небольших трещин выступают исследования, связанные с изучением свойств покрытия от воздействия на него микроволн. В этом направлении предлагается сразу несколько решений, которые в зависимости от условий эксплуатации могут быть реализованы. Так в работе [95] автором исследован механизм микроволнового воздействия на образцы асфальтобетона, включающие в своем составе, помимо традиционных компонентов, стальную фибру или графит. И графит, и фибра обеспечивают получение новых свойств у материала, при этом характер влияния разный, что способствует появлению и новых механизмов работы. В работе описаны первичные механизмы и параметры нагрева покрытия для получения положительного результата. Аналогичные исследования описаны в работе [96], где авторы также включали стальные волокна и графитовый порошок. По результатам исследований введение 1% делает асфальтобетон проводником, и они являются эффективным средством для улучшения прочности асфальтобетона на растяжение. С ростом процентного содержания графита снижается модуль пластичности. Дальнейшие исследования будут направлены на исследование совместного введения стальных волокон и графита. В похожей работе [97] авторы провели большое исследование по оценке результатов электропроводимости асфальтобетона при введении в него в различном объеме графитового порошка. Так, результаты исследований показали, что введение 20% графитового порошка от массы минеральной части, способствует максимальной электропроводимости и повышению трещиностойкости готовых образцов. В дальнейших планах у исследователей изучить свойства электропроводящих покрытий на возможности по нагреву покрытия и решение задачи борьбы с зимней скользкостью. В работе [98] авторы изучали возможности для самодиагностики за счет вводимых в асфальтобетон графитового порошка и углеродного волокна. Так, в результате испытаний, было установлено, что при нарушении целостности и разрушении активно увеличивалось удельное сопротивление. Данные исследования показали, что это направление исследований имеет перспективы для дальнейшего внедрения подобных материалов. В работе [99] авторы изучали электропроводимость асфальтобетонной смеси при введении углеродных микрофибр длиной от 3 до12 мм. Объем введения до 2% от веса асфальтобетонной смеси. Результаты испытаний показали эффективность применения фибры для повышения электропроводимости смеси. В работе [100] авторы исследовали свойства асфальтобетонной смеси с включением 4% графита и 9% ПЭТФ. В

результате подбора компонентов удалось установить наилучший результат. Теплопроводность графитополимерного асфальтобетона улучшилась и увеличилась с повышением температуры, что будет способствовать самозалечиванию покрытия.

В работе [101] исследовалось влияние углеродных материалов в виде углеродных волокон, углеродных нанотрубок и графитовых нановолокон на механические свойства и самовосстанавливающие свойства асфальтобетона. Способность восстанавливать свои свойства была изучена на основе индукционного нагрева. При введении 0,5% углеродных нанотрубок и графитовых нановолокон позволило увеличить прочность на растяжении и обеспечило наилучшую способность к самовосстановлению. При этом введение только углеродных волокон не оказало заметного влияния на прочность, однако показало повышение прочности при изгибе при отрицательных температурах и при 20 градусах Цельсия. Введение графитовых нановолокон способствовало повышению динамической стабильности асфальтобетона. Работа будет продолжена в этом направлении.

В работе [102] авторы нашли оптимальное содержание углеродного волокна в 0,5% от веса смеси. При этом испытания проводились для волокон разной длины (5мм, 10мм, 15мм). Установлена связь элекропроводимости от процентного содержания углеродного волокна. В ходе экспериментальных исследований полученный электропроводящий асфальтобетон оценивается как успешный и может эффективно использоваться для борьбы с ледяными отложениями.

В работе [103, 104] авторы проводили экспериментальные исследования по индукционному заживлению асфальтобетона входящими в состав стальными тончайшими волокнами. В ходе испытаний были проанализированы различные физические свойства смеси. Аналогичные исследования проводились в работе [105] где авторы исследовали три наполнителя для асфальтобетонной смеси: порошок диоксида марганца, углеродный порошок и ферритовый порошок. Тонкость помола не более 200 нм. В качестве микроволноотражающей добавки использовалась стальная фибра. Все добавки вводились взамен минерального порошка, но не более 4% от веса минерального заполнителя. В ходе испытаний частота волн варьировалась от 1 ГГц до 18 ГГц. В ходе испытаний было установлено, что наибольшее влияние оказывают совместно введенные порошок диоксида марганца и стальная фибра. Они оказывают наибольшее заживляющее воздействие.

В работе [106] авторы проводили исследования по оценке теплопроводности асфальтобетона и эффективность таяния снега. В качестве наполнителя смеси использовался графит, которым частично заменяли минеральный порошок от 0 до 40%. По результатам исследований было установлено, что чем больше содержание графита, тем выше теплопроводность смеси. Не изменялись свойства до и после старения смеси. Аналогичные испытания проводились авторами в работе [107] только вместо графита использовался графитовый шлак. Результаты испытаний показали, что при нагревании смеси, содержащей графитовый шлак с помощью электрического тока устойчивость к температурам, нарушается. Если смесь многократно нагревать, то скорость старения асфальтобетона увеличивается и сокращается срок службы покрытия. Также было отмечено, что данный материал обладает определенной проводимостью, но эффективность электротермического преобразования низкая. Работа продолжается для поиска подходящего содержания графитового шлака в смеси.

4. Заключение

На основании проведенного обзора исследований можно сделать следующие выводы:

1. Тенденции развития асфальтобетонных покрытий направлены на поиск компонентов способных заменить традиционные материалы частично либо полностью.
2. Особое внимание отечественных и зарубежных исследователей направлено на поиск механизмов снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду и более активное внедрение «зеленых» технологий. Большой объем исследований направлен на поиск вариантов утилизации отходов и использование их в качестве вторичного ресурса для полной или частичной замены компонентов асфальтобетона.
3. Поиск новых компонентов для асфальтобетонных смесей в целом носит локальный не системный характер. Зачастую исследователи используют

феноменологический подход, опираясь лишь на соответствие итогового результата действующим нормативам или незначительное превышение физико-механических показателей асфальтобетона, которые в ряде работ находятся на уровне погрешности. В основном работы сводятся к поиску добавок и компонентов, которые бы улучшали показатели покрытия, однако исследований, направленных на получение качественно нового результата в развитии композиционных дорожных материалов на данный момент практически нет.

4. В части формирования новых востребованных свойств асфальтобетонного покрытия можно выделить четыре вектора развития. Первый направлен на введение добавок, способных при применении микроволнового воздействия обеспечить самозалечивание микротрещин. Второй вектор более перспективен и скорее его можно отнести к понятию «умных» материалов, где вводимые добавки обеспечивают возможность для асфальтобетонного покрытия использовать технологии, широко распространенные для интеллектуальных транспортных систем, за счет электропроводимости смеси. Третий вектор связан с поиском вариантов замены основного вяжущего (битума) на иные виды вяжущих или возможности применения комбинаций вяжущих, как цемент и битум одновременно. Четвертый вектор направлен на оценку вводимых добавок непосредственно в саму асфальтобетонную смесь в виде различных волокон, как природного происхождения, так и искусственно полученных.

5. Результаты исследований посвященные модификации вяжущих также ограничиваются в основном локальным решением задач, как например придание битуму более упругих свойств за счет введения резиновой крошки от отработанных шин. В основном поиски направлены на улучшение свойств вяжущего (битума) и расширения температурных диапазонов работы по сравнению с исходным состоянием битума. При этом важно отметить, что в готовом покрытии само вяжущее остается со своими исходными базовыми характеристиками, а процесс модификации лишь позволяет развить исходные показатели и придать новые свойства. Решений способных значительно изменить механизм работы готового покрытия и расширить диапазон работы вяжущего от плюс 70^0C до минус 50^0C в изучаемых работах не обнаружено, поскольку добиться таких результатов крайне сложно при традиционной технологии приготовления асфальтобетонной смеси и применении традиционных компонентов смеси.

Список литературы/ References

1. Pyrig, Yan; Oksak, Serhii; Galkin, Andrey; Ilin, Iaroslav; Shyika, Yana. (2021). Recovery of the bitumen and asphalt concrete properties with rejuvenator. 197. 6-17.
2. Acosta Alvarez, Debora; Alonso Aenlle, Anadelys; Tenza-Abril, Antonio. (2018). Laboratory Evaluation of Hot Asphalt Concrete Properties with Cuban Recycled Concrete Aggregates. Sustainability. 10. 10.3390/su10082590.
3. Sulianti, Ika. (2020). Studi Pemanfaatan Limbah Beton Mutu Tinggi pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC). Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil. 9. 7-14. 10.35139/cantilever.v9i1.34.
4. Ren, Jiaolong. (2014). Pavement Performance of Asphalt Concrete Using Building Demolition Waste. Advanced Materials Research. 1044-1045. 574-577. 10.4028/www.scientific.net/AMR.1044-1045.574.
5. Ren, Yanfei; Chen, Meizhu; Yang, Tianyuan; Wu, Shaopeng; Wang, Kaifeng. (2021). Effect of Steel Slag Aggregate on Pavement and Flame-Retardant Performance of Warm-Mixed Flame-Retardant Asphalt Concrete. Materials. 14. 635. 10.3390/ma14030635.
6. Bayraktar, Oğuzhan; Altera, Abdelwahab; Soylemez, Hasan. (2019). Investigation of the Effects of Modified Bitumen on Asphalt Concrete Performance by Industrial Waste. 93-100.
7. Haritonovs, Viktors; Zaumanis, Martins; Brencis, G.; Smirnovs, Juris. (2013). Asphalt concrete performance with conventional and waste aggregates. International Journal of Pavement Research and Technology. 6. 505-510. 10.6135/ijprt.org.tw/2013.6(5).505.
8. Olugbenga, Oyedepo. (2019). Utilization of Industrial Waste Products in the Production of Asphalt Concrete for Road Construction. Slovak Journal of Civil Engineering. 27. 11-17. 10.2478/sjce-2019-0026.

9. Haritonovs, Viktors; Tihonovs, Janis; Smirnovs, Juris. (2016). High Modulus Asphalt Concrete with Dolomite Aggregates. Transportation Research Procedia. 14. 3485-3492. 10.1016/j.trpro.2016.05.314.
10. Kuznetsov, Dmitry; Vysotskaya, Marina; Burgonutdinov, Albert. (2020). Using Steel-Smelting Slag as a Raw Material Component in the Production of Asphalt Concrete. E3S Web of Conferences. 157. 06010. 10.1051/e3sconf/202015706010.
11. Al-Hdabi, Abbas; Al-Sahaf, Nibras; Alasadi, Layth; Yesar, Zahraa; Moeid, Haneen; Hassan, Mortada. (2019). Laboratory investigation on the properties of asphalt concrete mixture with GGBFS as filler. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 557. 012063. 10.1088/1757-899X/557/1/012063.
12. Khan, R. A.,; Ganesh, A. (2016). The effect of coal bottom ash (CBA) on mechanical and durability characteristics of concrete. Journal of building materials and structures, vol. 3, No. 1, pp: 31-42.
13. Mohammed, S. A.,; Karim, M. R. (2017). Application of coal bottom ash as aggregate replacement in highway embankment, acoustic absorbing wall and asphalt mixtures. Paper presented at the IOP Conference Series Materials Science and Engineering.
14. Singh, M.,; Siddique, R. (2016). Effect of coal bottom ash as partial replacement of sand on workability and strength properties of concrete. Journal of Cleaner Production, vol. 11, No. 2, pp: 620-630.
15. Buritatum, Apinun; Suddeepong, Apichat; Akkharawongwhatthana, Kongsak; Yaowarat, Teerasak; Hoy, Menglim; Bunsong, Chalermphol; Arulrajah, Arul. (2022). Improved Performance of Asphalt Concretes using Bottom Ash as an Alternative Aggregate. Sustainability. 14. 7033. 10.3390/su14127033.
16. Huang, W. (1990). The Use of Bottom Ash in Highway Embankments, Subgrades, and Subbases. Publication FHWA/IN/JHRP-90/04-1. Joint Highway Research Project, Indiana Department of Transportation and Purdue University, West Lafayette, Indiana, https//doi.org/10.5703/1288284314179
17. Rengarasu, T., Juzaafi, M., Bandara, W.,; Jegatheesan, N. (2019). Suitability of Coal Bottom Ash and Carbonized Rice Husk in Hot Mix Asphalt. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, vol. 13, pp: 1630-1640.
18. Modarres, A.,; Rahmanzadeh, M. (2014). Application of coal waste powder as filler in hot mix asphalt. Construction and Building Materials, vol. 66, pp: 476-483.
19. Ingh, N.,; Bhardwaj, A. (2020). Reviewing the role of coal bottom ash as an alternative of cement. Construction and Building Materials, vol. 23, No. 3, pp: 117276
20. Ogundipe, Olumide. (2016). Marshall Stability and Flow of Lime-modified Asphalt Concrete. Transportation Research Procedia. 14. 685–693. 10.1016/j.trpro.2016.05.333.
21. Ahir, Ahmad; Fadhil, Aqeel. (2018). Effect of Filler Type on the Durability of Asphalt Concrete Mixes. International Journal of Current Engineering and Technology. 8. 10.14741/ijcet/v.8.3.36.
22. Alashaibi, Azedin; Wang, Yu; Albayati, Amjad; Byzyka, Juliana; Scholz, Miklas; Weekes, Laurence. (2022). Thermal Properties of Hydrated Lime-Modified Asphalt Concrete and Modelling Evaluation for Their Effect on the Constructed Pavements in Service. Sustainability. 14. 10.3390/su14137827.
23. Al-Tameemi, Ahmed; Wang, Yu; Albayati, Amjad. (2015). Influence of Hydrated Lime on the Properties and Permanent Deformation of the Asphalt Concrete Layers in Pavement. Romanian Journal of Transport Infrastructure. 4. 1-19. 10.1515/rjti-2015-0027.
24. Albayati, Amjad; Wang, Yu; Haynes, Jonathan. (2022). Size Effect of Hydrated Lime on the Mechanical Performance of Asphalt Concrete. Materials. 15. 3715. 10.3390/ma15103715.
25. Wang, Yu; Alashaibi, Azedin; Albayati, Amjad; Haynes, Jonathan. (2022). Thermal fatigue analysis of pavement design using hydrated lime modified asphalt concrete. 23. 72. 10.1515/ijpeat-2016-0050.
26. Ahmedzade, Perviz; Alataş, Taner; Geçkil, Tacettin. (2008). Use of Carbon Black as Filler in Asphalt Concrete. Teknik Dergi. 19. 4539-4544.
27. Mistry, R.,; Roy, T. K. (2016). Effect of using fly ash as alternative filler in hot mix asphalt. Perspectives in Science, vol. 8, pp: 307-309.
28. Modarres, A.,; Rahmanzadeh, M. (2014). Application of coal waste powder as filler in hot mix asphalt. Construction and Building Materials, vol. 66, pp: 476-483.

29. Movilla-Quesada, D., Muñoz, O., Raposeiras, A., Castro-Fresno, D. J. C.,; Materials, B. (2018). Thermal suspectability analysis of the reuse of fly ash from cellulose industry as contribution filler in bituminous mixtures. Vol. 160, pp: 268-277.
30. Egorova, G; Semukhin, S; Egorov, A; Kachalov, N. (2020). Innovations in the technology for producing asphalt concrete based on neutralized catalyst as a condition for improving the quality of road surfaces. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 941. 012021. 10.1088/1757-899X/941/1/012021.
31. K.C., Bishow; Bir, Gautam; Tamrakar, Singh. (2020). Utilization of Steel Slag as a Replacement for Filler Material in the Asphalt Concrete.
32. Shuaibu, A. A. H. S. Otuoze, A. Mohammed and M. A. Lateef (2019): "Properties of Asphalt concrete containing Waste foundry Sand (WFS) as Filler material", ARID Zone Journal of engineering, Technology; Environment (AZOJETE), Faculty of Engineering, University of Maiduguri, Maiduguri, Nigeria., September 2019. Vol. 15(3) 662-677.
33. Tahami, S. A., Arabani, M,; Mirhosseini, A. F. (2018). Usage of two biomass ashes as filler in hot mix asphalt. Construction and Building Materials, vol. 170, pp: 547-556.
34. Aliyu Yaro, Nura Shehu; Sutanto, Muslich; Usman, Aliyu; Jagaba, A. H.; Sakadadi, M. (2022). The Influence of Waste Rice Straw Ash as Surrogate Filler for Asphalt Concrete Mixtures. 2. 118-125. 10.15282/cons.v2i1.7624.
35. Tessema, Amare; Wolelaw, Natnael; Alene, Getachew. (2022). Experimental Evaluation of Coffee Husk Ash as a Filler in Hot Mix Asphalt Concrete Productions. Advances in Civil Engineering. 2022. 12. 10.1155/2022/6726700.
36. Rusbintardjo, G.; Hainin, M.R.; Yusoff, N.I.M. Fundamental and rheological properties of oil palm fruit ash modified bitumen. Constr. Build. Mater. 2013, 49, 702–711.
37. Agunsoye, J.O.; Bello, S.A.; Azeez, S.O.; Yekinni, A.A.; Adeyemo, R.G. Recycled polypropylene reinforced coconut shell composite: Surface treatment morphological, mechanical and thermal studies. Int. J. Compos. Mater. 2014, 4, 168–178.
38. Jack, Favour; Iwo, Edwin. (2022). Dynamic Modulus and Fatigue Life of Corn Starch Modified Bitumen in Asphalt Concrete Pavement. 10. 292-303.
39. Sarir, Muhammad; Khan, Rawid; Alam, Muhammad; Khan, Tariq; Imran, Waheed. (2021). Performance Evaluation of Asphalt Concrete Mixtures Using Bagasse Ash as Filler. Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Civil Engineering.
40. Shestakov, Nikolay; Tsyrenzhapov, Vyacheslav; Rosina, Victoria; Komarov, Andrey. (2018). Possibilities of using the dispersed waste of asphalt-concrete plants in the Republic of Buryatia. MATEC Web of Conferences. 212. 01011. 10.1051/matecconf/201821201011.
41. Karahancer, Sebnem. (2019). Reçine Kolofan Modifikasyonunun Bitüm ve Sıcak Karışım Asfalt Üzerindeki Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 23. 252-260. 10.19113/sdufenbed.518077.
42. Tenza-Abril, A. J., Saval, J. M.,; Cuenca, A. (2015). Using sewage- sludge ash as filler in bituminous mixes. Journal of Materials in Civil Engineering, 27(4), 04014141.
43. Saad, Issa; Sarsam, Saad. (2016). Influence of Nano Material Additives on Dissipated Energy Through the Fatigue Process of Asphalt Concrete. International Journal of Chemical Engineering and Analytical Science. 1. 53-59.
44. Tyuryukhanov, Kirill; Pugin, Konstantin; Fedoseeva, Olga; Agapitov, Denis. (2018). Mathematical modeling of the effective composition of asphalt concrete with the use of waste steel production. Russian journal of transport engineering. 5. 10.15862/12SATS318.
45. Guo, Zemeng; Chen, Zongwu. (2022). Utilization of Construction Waste Recycled Powder as Filler in Asphalt Concrete. Materials. 15. 5742. 10.3390/ma15165742.
46. Lima, M.S.S.; Thives, L.P. Evaluation of red mud as filler in Brazilian dense graded asphalt mixtures. Constr. Build. Mater. 2020, 260, 119894.
47. Bisenov, Kylyshbai; Tanzharikov, Panabek; Sarabekova, Ulbossyn; Kodar, Erden; Abildaev, Nurlan. (2021). The substantiation of the influence of asphalt resin paraffin oil residue on the asphalt concrete technology. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 1030. 012010. 10.1088/1757-899X/1030/1/012010.
48. Фомин А.Ю., Хозин В.Г. Новые серосодержащие материалы для дорожного строительства // Construction materials. 2016. №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-serosoderzhaschie-materialy-dlya-dorozhnogo-stroitelstva (дата обращения: 23.03.2023). [Fomin A.Yu., Khozin V.G. New sulfur-

containing materials for road construction // Construction materials. 2016. Iss. 12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-serosoderzhaschie-materialy-dlya-dorozhnogo-stroitelstva (reference date: 23.03.2023).]

49. Фомин А. Ю., Хафизов Э. Р., Вдовин Е. А., Фафанов Р.Г. Stone mastic asphalt modified with stabilizing additives of multifunctional action // Инженерно-строительный журнал. 2023. No 1. С. 11712-11712. [Fomin A. Yu., Khafizov E. R., Vdovin E. A., Fafanov R.G. Effective stone mastic asphalt with the use of stabilizing additives of multifunctional action // Magazine of Civil Engineering. 2023. Iss. 1. P. 11712-11712]
50. Гладких Виталий Александрович, Королев Евгений Валерьевич, Хусид Дмитрий Леонидович Стойкость сероасфальтобетонов к образованию колеи // Вестник МГСУ. 2016. №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/stoykost-seroasfaltobetonov-k-obrazovaniyu-kolei (дата обращения: 23.03.2023). [Gladkikh V.A., Korolev E.V., Khusid D.L. Resistance of sulfur asphalt concrete to rutting // Vestnik MGSU. 2016. Iss. 12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/stoykost-seroasfaltobetonov-k-obrazovaniyu-kolei (reference date: 23.03.2023).]
51. Fonseca, Mariana; Capitão, Silvino; Almeida, Arminda; Picado Santos, Luis. (2022). Influence of Plastic Waste on the Workability and Mechanical Behaviour of Asphalt Concrete. Applied Sciences. 12. 2146. 10.3390/app12042146.
52. Pamungkas, RA; Bagaskara, C; Prabanto, BA; Rahmat, AN; Pambayun, WB; Anggoro, YS; Setyawan, Ary. (2019). Design and properties of asphalt concrete with various plastic waste in dry processed. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 578. 012079. 10.1088/1757-899X/578/1/012079.
53. Mikhasek, Andrey; Ivanov, Boris. (2017). Modified composite material developed on the basis of no-fines asphalt concrete. MATEC Web of Conferences. 106. 03022. 10.1051/matecconf/201710603022.
54. Muhammad, Ashiru; Aliyu, Ibrahim; Sulaiman, Tasiu; Umar, Hussaini; Yasir, Jubril. (2021). Appraisal of Asphalt Concrete with Coal Bottom Ash as Mineral Filler. FUOYE Journal of Engineering and Technology. 6. 10.46792/fuoyejet.v6i2.630.
55. Pugin K.G.. (2022). The Use of Polymer Materials in the Composition of Asphalt Concrete. 150-155. 10.21741/9781644901755-27.
56. Singh, M.; Siddique, R. (2016). Effect of coal bottom ash as partial replacement of sand on workability and strength properties of concrete. Journal of Cleaner Production, vol. 11, No. 2, pp: 620-630.
57. Bernard Brule and Michel Maze, (1995), “Application of SHRP Binder Tests to the Characterization of Polymer Modified Bitumens.” Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 64, pp.367-392.
58. Wegan V., and Brule, B., (1999), “The Structure of Polymer Modified Binders and Corresponding Asphalt Mixtures.” Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 68, pp. 112-137
59. Chen J., and Shiah, M., (2002), “Asphalt Modified by Styrene – Butadiene – Styrene Triblock Copolymer: Morphology and Model.” Journal of Materials in Civil Engineering, Vol.14, pp.12-41.
60. Lewandowski, L.H., (1994), “Polymer Modification of Paving Asphalt Binders.” Rubber Chemistry and Technology, Vol. 67, No. 3, PP. 447-480.
61. Oksak, Serhii. (2017). Influence of the rubber crumb on the properties of bitum and asphalt concrete. Bulletin of Kharkov National Automobile and Highway University.
62. Al-Samarai, M.A., and Sharma, R.C., (1985), " Improved Asphalts Containing Reclaimed Rubber For Paving Purposes" Republic of Iraq, Ministry of Housing and Construction, National Center For Construction Labs.
63. Siswanto, Henri; Supriyanto, Bambang; Pranoto,; Candra, Pria; Hakim, Arief. (2017). Marshall properties of asphalt concrete using crumb rubber modified of motorcycle tire waste. AIP Conference Proceedings. 1887. 020039. 10.1063/1.5003522.
64. Prava, Bidyut; Nayak, Bijaya Bijeta; Satapathy, S.. (2020). Physical and mechanical characterization of composites from waste tire rubber crumb. Materials today: proceedings. 26. 10.1016/j.matpr.2020.02.368.

65. Siswanto, Henri; Supriyanto, Bambang; Pranoto, Ay; Candra, Pria; Hakim, Arief. (2017). Evaluation of moisture damage in asphalt concrete with CRM motorcycle tire waste passing #50 sieve size. AIP Conference Proceedings. 1887. 020075. 10.1063/1.5003558.
66. Sugiyanto, Gito. (2017). Characterization of Asphalt Concrete Produced from Scrapped Tire Rubber. Engineering Journal. 21. 10.4186/ej.2017.21.4.193.
67. Arsam, Saad; Muayad, Samer. (2014). Contribution of Crumb Rubber in the Aging Process of Asphalt Concrete. International Journal of Scientific Research in Knowledge. 2. 404-415. 10.12983/ijsrk-2014-p0404-0415.
68. Аюпов Д.А., Казакулов Р.И., Мурафа А.В. Влияние девулканизатов резины на пенетрацию битумов // Символ науки. (2015\0. №8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-devulkanizatov-reziny-na-penetratsiyu-bitumov (дата обращения: 18.03.2023). [Ayupov D.A., Kazakulov R.I., Murafa A.V. Influence of rubber devulcanizates on bitumen penetration // Symbol of science. (2015\0. Iss. 8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-devulkanizatov-reziny-na-penetratsiyu-bitumov (reference date: 18.03.2023)]
69. Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Казакулов Р.И. Влияние девулканизатов резины на температуру размягчения битумов // Символ науки. (2015). №7-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-devulkanizatov-reziny-na-temperaturu-razmyagcheniya-bitumov (дата обращения: 18.03.2023). [Ayupov D.A., Murafa A.V., Kazakulov R.I. Influence of rubber devulcanizates on the softening point of bitumen // Symbol of Science. (2015). Iss. 7-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-devulkanizatov-reziny-na-temperaturu-razmyagcheniya-bitumov (reference date: 18.03.2023)]
70. Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Казакулов Р.И. Влияние девулканизатов резины на фракционный состав битума // Символ науки. (2015). №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-devulkanizatov-reziny-na-fraktsionnyy-sostav-bituma (дата обращения: 18.03.2023). [Ayupov D.A., Murafa A.V., Kazakulov R.I. Influence of rubber devulcanizates on the fractional composition of bitumen // Symbol of science. (2015). Iss. 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-devulkanizatov-reziny-na-fraktsionnyy-sostav-bituma (reference date: 18.03.2023)]
71. Romadhon, Fajar; Iwan, Agata; Karisma, Dwifi; Nastotok, Muhammad; Dewanta, Rendy; Wicaksono, Haris. (2021). Increasing the Stability of Asphalt Concrete Mixture Using Crumb Rubber. E3S Web of Conferences. 328. 10002. 10.1051/e3sconf/202132810002.
72. Msallam, Majed; Asi, Ibrahim. (2018). Improvement of Local Asphalt Concrete Binders Using Crumb Rubber. Journal of Materials in Civil Engineering. 30. 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002238.
73. Sidikova T; Barxanadjyan, A; Hakimov, R; Sabirova, D; Mirsaatov, R. (2020). The impact that crushed rubber can have on the quality of bitumen and asphalt concrete. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 883. 012198. 10.1088/1757-899X/883/1/012198.
74. Hadiwardoyo, Sigit; Aryapijati, R; Sumabrata, R; Iskandar, Dadang. (2020). Temperature Effect on the Deformation of the Recycled Hot-Mix Asphalt Concrete with Nano Crumb Rubber as an Added Material with Wheel Tracking Machine. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 811. 012037. 10.1088/1757-899X/811/1/012037.
75. Sousa, J.B., Shatnawi and Cox, J., (1996), “An Approach for Investigating Fatigue Cracking in Asphalt – Aggregate Overlays.” Proceeding of the Third International RILEM on Reflective Cracking in Pavements, Delft University of Technology and Belgian Road Research Center, pp103-112.
76. Khattak, M.J., and Baladi, G.Y., (2001), “Fatigue and Permanent Deformation Models for Polymer-Modified Asphalt Mixtures.” Presented at the TRB Annual meetings, Washington D.C.
77. Sudhakar, R.K., Raghava, R.K., and Pandy, B.B., (1999), “Cracking in Bituminous Layers Placed over Cracked Pavement, Presented at the TRB Annual meetings, Washington D.C.
78. Yunusa, I.; Abdurrahman, Aliyu; Sulaiman, Tasiu; Muhammad, Ashiru; Aliyu, Ibrahim. (2021). Mechanical Properties of Asphalt Concrete with Crumb Rubber as Partial Replacement for Coarse Aggregate. 28. 75-79.

79. Geremew, Anteneh; Jemal, Abubakir. (2022). The comparative study on the performance of bamboo fiber and sugarcane bagasse fiber as modifiers in asphalt concrete production. Heliyon. 8. e09842. 10.1016/j.heliyon.2022.e09842.
80. Assan, Muhammad; Rashid, Muhammad; Danish, Aamar; Ahmed, Ahtsham. (2021). The effect of using jute fiber on deformation resistance of asphalt concrete.
81. Rashid, Muhammad; Ahmad, Naveed; Ahmed, Ahtsham. (2020). The effect of using jute fiber on deformation resistance of asphalt concrete.
82. Arabani, M.; Shabani, A. Evaluation of the Ceramic Fiber Modified Asphalt Binder. Constr. Build. Mater. 2019, 205, 377–386. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.02.037.
83. Chen, Z.; Yi, J.; Chen, Z.; Feng, D. Properties of Asphalt Binder Modified by Corn Stalk Fiber. Constr. Build. Mater. 2019, 212, 225–235. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.329.
84. Kim, M.-J.; Kim, S.; Yoo, D.-Y.; Shin, H.-O. Enhancing Mechanical Properties of Asphalt Concrete Using Synthetic Fibers. Constr. Build. Mater. 2018, 178, 233–243. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.070.
85. Guo, Q.; Li, L.; Cheng, Y.; Jiao, Y.; Xu, C. Laboratory Evaluation on Performance of Diatomite and Glass Fiber Compound Modified Asphalt Mixture. Mater. Des. 2015, 66, 51–59. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.10.033.
86. Xiong, R.; Fang, J.; Xu, A.; Guan, B.; Liu, Z. Laboratory Investigation on the Brucite Fiber Reinforced Asphalt Binder and Asphalt Concrete. Constr. Build. Mater. 2015, 83, 44–52. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.02.089.
87. Gao, Ying; Guo, Qinglin; Guo, Yanhua; Wu, Pingchuan; Meng, Wenqing; Jia, Tongye. (2017). Investigation on Reinforced Mechanism of Fiber Reinforced Asphalt Concrete Based on Micromechanical Modeling. Advances in Materials Science and Engineering. 2017. 1-12. 10.1155/2017/4768718.
88. Abdullahi Ahmad, Kabiru; Usman, Nura; Masirin, Mohd; Ahmed, Anwar. (2016). Reinforcement of Asphalt Concrete Mixture using Recycle Polyethylene Terephthalate Fibre. Indian Journal of Science and Technology. Vol 9. 10.17485/ijst/2016/v9i46/107143.
89. Xiang, Q.; Xiao, F. Applications of Epoxy Materials in Pavement Engineering. Constr. Build. Mater. 2020, 235, 117529. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117529.
90. Taherkhani, Hasan; Noorian, Farid. (2022). Investigating the Creep and Fatigue Properties of Recycled Asphalt Concrete Containing Waste Engine and Waste Cooking Oil. 10.1007/978-3-030-46455-4_146.
91. Annisa, Sella; Hadiwardoyo, Sigit; Sumabrata, R; Iskandar, Dadang. (2020). Contribution of Nano Crumb Rubber on Recycled Asphalt Concrete As Pedestrian Paving Block. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 811. 012036. 10.1088/1757-899X/811/1/012036.
92. Yu, Xin; Liu, Quantao; Wan, Pei; Song, Jiangkai; Wang, Huan; Zhao, Feiyang; Wang, Yafei; Wu, Jinyi. (2022). Effect of Ageing on Self-Healing Properties of Asphalt Concrete Containing Calcium Alginate/Attapulgite Composite Capsules. Materials. 15. 1414. 10.3390/ma15041414.
93. Wang, Huoming; Yuan, Miao; Wu, Jie; Wan, Pei; Liu, Quantao. (2022). Self-Healing Properties of Asphalt Concrete with Calcium Alginate Capsules Containing Different Healing Agents. Materials. 15. 5555. 10.3390/ma15165555.
94. Xu, Shi; Xueyan, Liu; Tabakovic, Amir; Schlangen, Erik. (2019). Investigation of the Potential Use of Calcium Alginate Capsules for Self-Healing in Porous Asphalt Concrete. Materials. 12. 10.3390/ma12010168.
95. Wang, Haopeng. (2016). Design and Evaluation of Conductive Asphalt Concrete for Self-Healing.
96. Messaoud, M.; Glaoui, Bachir; Abdelkhalek, Othmane. (2022). The Effect of Adding Steel Fibers and Graphite on Mechanical and Electrical Behaviors of Asphalt Concrete. Civil Engineering Journal. 8. 348-361. 10.28991/CEJ-2022-08-02-012.
97. Zadri, Ziane; Glaoui, Bachir; Abdelkhalek, Othmane. (2022). Enhancement of Electrical and Mechanical Properties of Modified Asphalt Concrete with Graphite Powder. Civil Engineering Journal. 8. 124-133. 10.28991/CEJ-2022-08-01-09.

98. Liu, Xiaoming; Zhihong, Nie; Wu, Shaopeng; Wang, Cui. (2015). Self-monitoring application of conductive asphalt concrete under indirect tensile deformation. Case Studies in Construction Materials. 3. 10.1016/j.cscm.2015.07.002.
99. Ceylan, Halil; Arabzadeh, Ali; Kim, Sunghwan; Sassani, Alireza; Gopalakrishnan, Kasthurirangan; Notani, Mohammad ali. (2021). Electrically-conductive asphalt concrete containing carbon fibers.
100. Ahmad, Mushtaq; Al-Dala'ien, Rayah; Beddu, Salmia; Itam, Zarina. (2021). Thermo-Physical Properties of Graphite powder and Polyethylene Modified Asphalt Concrete. Engineered Science. 10.30919/es8d569.
101. Hechuan, Li; Yu, Jianying; Wu, Shaopeng; Liu, Quantao; Li, Yuanyuan; Wu, Yaqi; Xu, Haiqin. (2019). Investigation of the Effect of Induction Heating on Asphalt Binder Aging in Steel Fibers Modified Asphalt Concrete. Materials. 12. 1067. 10.3390/ma12071067.
102. Gürer, Cahit; Gürgöze, Hüseyin. (2007). Investigation the Characteristics of Conductive Asphalt Concrete with Carbon Fibre. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 3297. 57-63.
103. García, Alvaro; Norambuena-Contreras, José; Bueno, Moises; Partl, Manfred. (2014). Influence of Steel Wool Fibers on the Mechanical, Termal, and Healing Properties of Dense Asphalt Concrete. Journal of Testing and Evaluation. 42. 1107-1118. 10.1520/JTE20130197.
104. García, Alvaro; Norambuena-Contreras, José; Partl, Manfred. (2013). A parametric study on the influence of steel wool fibers in dense asphalt concrete. Materials and Structures. 10.1617/s11527-013-0135-0.
105. Deng, Yue; Ma, Jianmin; Lu, Tong; Sun, Daquan. (2021). Enhanced heating-healing performance of asphalt concrete modified with heterogenous microwave sensitive admixtures. Construction and Building Materials. 299. 10.1016/j.conbuildmat.2021.123949.
106. Pan, Pan; Wu, Shaopeng; Hu, Xiaodi; Liu, Gang; li, bo. (2017). Effect of Material Composition and Environmental Condition on Thermal Characteristics of Conductive Asphalt Concrete. Materials. 10. 218. 10.3390/ma10030218.
107. Sun, Jian; Bieliatynskyi, Andrii; Krayushkina, Kateryna; Akmaldinova, Oleksandra. (2020). Research of properties on graphite conductive slag in asphalt concrete. E3S Web of Conferences. 175. 11015. 10.1051/e3sconf/202017511015.

Информация об авторах

Алексей Александрович Игнатьев, Начальник управления развития отраслевого образования, ФАУ «РОСДОРНИИ», г. Москва, Российская Федерация. Доцент, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль, Российская Федерация.
Email: Ignatievaa@ rosdornii.ru

Information about the authors

Alexey A. Ignatyev, Head of the Department of Industry Education Development, FAI "ROSDORNII", Moscow, Russian Federation. Associate Professor, Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russian Federation.
Email: Ignatievaa@ rosdornii.ru

УДК: 624.012
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_31
EDN: ECDUWC

Исследование напряженно-деформированного состояния сталежелезобетонных балок нового типа железнодорожных мостов

Мирсаяпов Илшат Талгатович[1], Валиев Азат Тагирович[2]
[1]Казанский государственный архитектурно-строительный университет
г. Казань, Российская Федерация
[2]АО «Казанский Гипрониавиапром» им. Б.И. Тихомирова»
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. *Постановка задачи.* При проектировании сталежелезобетонных железнодорожных мостов через проезжую часть часто возникает вопрос об ограничении высоты конструкции, вследствие фиксированной отметки низа моста. Для достижения необходимой прочности таких конструкций нужно увеличивать толщины стенок и полок стальной части балки при неизменной рабочей высоте, что приводит к значительному перерасходу металла. Одним из способов решения данного вопроса может быть использование композитных балок нового типа, где стальной двутавр частично заведен в бетон сжатой зоны. Цель исследования – на основании численных экспериментов оценить напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонных балок нового типа. Задачи исследования – компьютерное моделирование процесса деформирования и разрушения расчетных моделей и сравнительный анализ результатов.
Результаты. Для выявления пространственной работы сталежелезобетонных конструкций использовано численное моделирование. Расчетная модель откорректирована и верифицирована по результатам натурных испытаний других авторов. По результатам расчета получены эпюры деформаций и напряжений в балке. Сравнительным расчетом установлено, что учет истинного поперечного сечения модели увеличивает несущую способность конструкции на 10% и жесткость на 20%.
Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли заключается в том, что они позволяют более точно оценивать несущую способность предложенного нового типа сечения сталежелезобетонных балок. Результаты исследования могут быть использованы для внедрения новых типов балок в строительство промышленных и гражданских зданий, автомобильных и железнодорожных мостов, а также для разработки новых методик расчета таких конструкций и внедрения их в отечественные нормы проектирования сталежелезобетона.

Ключевые слова: сталежелезобетонные конструкции; численный эксперимент; ANSYS; напряженно-деформированное состояние; железнодорожный мост.

Для цитирования: Мирсаяпов Илшат Т., Валиев А.Т. Исследование напряженно-деформированного состояния сталежелезобетонных балок нового типа железнодорожных мостов// Известия КГАСУ. 2023. № 1 (63), с. 31-42, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_31, EDN: ECDUWC

Study of the stress-strain state of steel reinforced concrete beams of the new type railway bridges

Mirsayapov Ilshat Talgatovich[1] , Valiev Azat Tagirovich[2]
[1]Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
[2]JS «Kazanski Giproniiaviaprom named B.I Tilhomirova»
Kazan, Russian Federation

Abstract: *Problem statement.* When designing steel reinforced concrete railway bridges over the carriageway, there is often a question of limiting the height of the structure due to the fixed elevation of the bottom of the bridge. In order to achieve the required strength of such structures, it is necessary to increase the thickness of walls and flanges of the steel part of the beam while the working height remains unchanged, which leads to considerable overconsumption of metal. One way of solving this issue could be the use of composite beams of a new type, where the steel I-beam is partially brought into the concrete of the compressed zone. The study is aimed at determining the stress-strain state of steel reinforced concrete beams of the new type on the basis of numerical experiments. The tasks of the study are computer modeling of the deformation and fracture process of the calculated models and a comparative analysis of the results.
Results. Numerical modeling has been used to reveal the spatial operation of steel reinforced concrete structures. A numerical experiment was performed using the ANSYS software package in the Workbench shell. The computational model was corrected according to the results of in-situ tests by other authors. According to the results of the calculation, the deformations and stresses in the beam were obtained. A comparative calculation found that taking into account the true cross-section of the model increases the load-carrying capacity of the structure by 10%.
Conclusions. The significance of the obtained results for the construction industry lies in the fact that they allow estimating more accurately the bearing capacity of the proposed new type of steel-reinforced concrete beams section. The results of the study can also be used for the introduction of new types of beams in Russian standards of steel reinforced concrete design and development of new methods of calculation of such structures.

Keywords: steel reinforced concrete structures; numerical experiment; ANSYS; stress-strain state; railway bridge.

For citation: Mirsayapov Ilshat T., Valiev A.T. Study of the stress-strain state of steel reinforced concrete beams of the new type railway bridges // News KSUAE. 2023. №1 (63), p. 31-42, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_31, EDN: ECDUWC

1. Введение

Объектом исследования являются мостовые конструкции, состоящие из железобетонного корыта со свисающими полками (пассажирскими платформами) и опирающегося на две стальные двутавровые балки, частично бетонированные в теле этого корыта. Сталежелезобетонные пролетные строения являются современными и эффективными видами строительных конструкций, получивших широкое распространение в железнодорожных мостах с ездой поверху. Сущность этой системы заключается в том, что железобетонная плита проезжей части вводится в работу совместно с металлическими балками и воспринимает на себя сжимающие напряжения, возникающие в композитной конструкции от изгибающих моментов.

Введение железобетонной плиты в работу на сжатие совместно с металлическими балками дает возможность существенно сократить затраты на них металла за счет оптимальной работы материалов и увеличения общей жесткости объединенного сечения, вызываемого включением в работу железобетонной плиты [1-5].

В настоящее время проектирование сталежелезобетонных пролетных конструкций в Российской Федерации нормируется по СП 266.1325800 “Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования” и СП 35.13330 «Мосты и трубы”. Наиболее распространенным видом поперечного сечения изгибаемых

сталежелезобетонных конструкций является расположение железобетонной плиты поверху стальных балок, объединенных с помощью анкерных упоров [6-9]. На рис. 1 а приведены основные типы поперечных сечений комбинированных балок по СП 266.1325800.

При проектировании сталежелезобетонных железнодорожных мостов через проезжую часть часто возникает вопрос об ограничении высоты конструкции вследствие фиксированной отметки низа моста. Одним из способов решения данного вопроса может быть использования композитных балок нового типа, где стальной двутавр частично заведен в бетон сжатой зоны (см. рис. 1 б). Применение сталежелезобетонных балок нового типа позволяет увеличить рабочую высоту стальных балок мостовых строений при ограниченной нижней отметки конструкции, что позволяет снизить расход металла относительно балок, где плита расположена поверху стального двутавра. При частичном заведении стального двутавра в бетон плиты существенно увеличивается площадь контакта стали и бетона, что увеличивает сопротивляемость сдвигу таких конструкций за счет увеличения площади трения материалов.

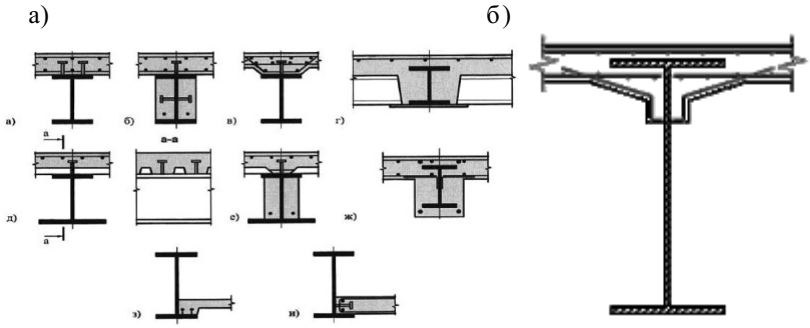


Рис. 1- Поперечные сечения сталежелезобетонных балок:
а) варианты по СП266.1325800; б) новый тип сечения (иллюстрация авторов)
Fig. 1- Cross sections of composite beam:
a) variants according to SP266.1325800; б) new type of section(authors illustration)

Исследования предложенного типа сечений композитных балок в России, к сожалению, отсутствуют. Данный вопрос, в рамках натурных испытаний усиления стальных балок железобетонной плитой, исследовали Египетские ученые и инженеры [10]. В рамках эксперимента испытывались стальная и четырнадцать сталежелезобетонных балок на изгиб. Композитные балки были разделены на три группы, чтобы исследовать возможность влияния толщины, ширины железобетонной плиты и высоту заведения стального двутавра в бетон плиты. Исследования показали, что несущая способность композитных балок, в сравнении со стальной, увеличивается на (от 43% до 230%) процентов по мере увеличения толщины и ширины железобетонной плиты. Анализ зоны контакта сталь-бетон показал, что прочность на сдвиг образцов повышается при увеличении ширины и высоты плиты, а также при увеличении высоты заведения стальной балки в бетон плиты.

Цель исследования – изучение напряженно-деформированного состояния сталежелезобетонных балок нового типа с помощью численного моделирования в программном комплексе ANSYS

Задачи исследования:

1. выполнить компьютерное моделирование процесса деформирования и разрушения сталежелезобетонных балок с новыми типами сечения, который может быть использован при проектировании мостовых сооружений;

2. провести сравнительный анализ результатов компьютерного моделирования сталежелезобетонных балок с истинным и упрощенным сечениями.

2. Материалы и методы

Для анализа напряженно-деформированного состояния сталежелезобетонных конструкций на сегодняшний день используются различные численные и экспериментальные исследования. Программный комплекс (ПК) ANSYS относится к

числу лидеров в области CAE-продуктов конечно-элементного анализа и имеет почти сорокалетний опыт в решении прикладных задач численными методами. Средства метода конечных элементов ПК ANSYS могут помочь с решением ряда вышеуказанных задач без проведения дорогостоящих и технически сложных натурных испытаний [11,12].

В качестве объекта исследования выбран проект железнодорожного путепровода на 787 км участка Юдино-Дербышки города Казани, разработанный инженерами АО «Казанский Гипрониавиапром» им. Б. И. Тихомирова» в 2020 г. Запроектированный путепровод с ездой на балласте предназначался для передвижения железнодорожного транспорта. Строение имеет 4 пролета размерами 18, 26, 26, 18 м. Рамная несущая система проектируемого путепровода образована шарнирно опертой 4-х пролетной разрезной пролетной конструкцией, по верху которой проходят железнодорожные пути на балласте. Для обеспечения перспективного развития и расширения Горьковского шоссе, расположенного под сооружениями и организации движения, у проектируемого путепровода была ограничена отметка низа конструкции. В целях снижения расхода металла, инженерами АО «Казанский Гипрониавиапром» им. Б. И. Тихомирова» было принято решение частично заделать верхний пояс стального двутавра в бетон балластного корыта. Проект путепровода не смог пройти государственную экспертизу, по причине того, что данный вид сечения балок не был представлен в нормах проектирования (рис. 1 а) и отсутствовали нормативные методики его расчета.

В целях уменьшения времени расчета программным комплексом расчетная модель моста в ПК ANSYS смоделирована в уменьшенном масштабе. Истинное поперечное сечение исследуемого моста представлено на рис.2:

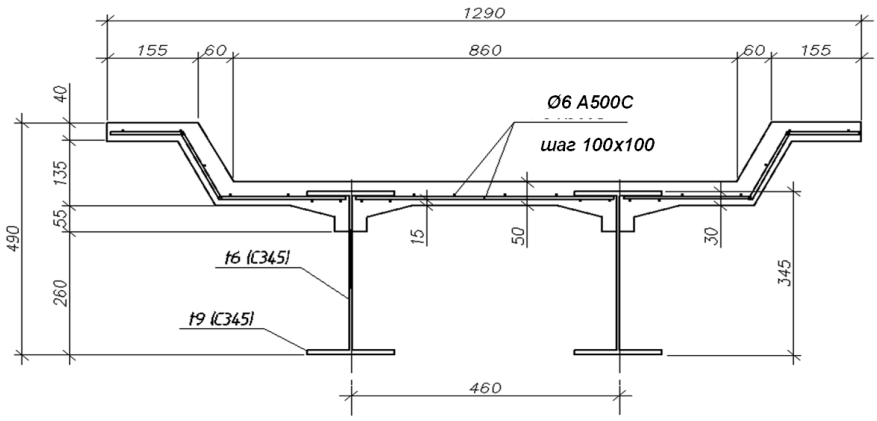


Рис. 2 – Истинное поперечное сечение исследуемого моста (Иллюстрация авторов)
Fig. 2 – True cross section of the investigated bridge (authors illustration)

Расчетная схема представляет из себя шарнирно опертую композитную балку из объемных 6-ти и 8-ми узловых конечных элементов (сталь и бетон). Армирование смоделировано с помощью конечных элементов reinf 264.

При моделировании геометрии моста в ПК ANSYS использовались модель, созданная в Space Claim. Так как конструкция симметричная в 2-х плоскостях, то достаточно смоделировать только ее 1/4 часть, а эффект от отсеченных частей задать специальным встроенным инструментом "симметрия". Автоматически смоделированному программой контакту сталь-бетон присвоен характер Bonded («связанный»).

Следующим этапом моделирования в ПК ANSYS является выбор материалов и указание их свойств. Из библиотеки материалов общего пользования использовались три материала:

–бетон со своими физико-механическими свойствами в табличной форме (с призменной прочность R_b=30 МПа);

– конструкционная сталь двутавровой балки (С345);

– конструкционная сталь армирования (А500).

Моделирование физически нелинейной работы бетона как в сжатой, так и в растянутой зоне производится с использованием модели (теории прочности) бетона Ментери-Виллама (Menetrey-Willam Base).

Данная модель максимально точно описывает работу бетона как упруго-пластического анизотропного материала как до, так и после образования макротрещин в бетоне. С математической точки зрения модель Ментери-Виллама представляет собой критерий прочности для бетона при многоосном напряженно- деформированном состоянии, являющимся функцией от первого инварианта шарового тензора напряжений и второго и третьего инварианта девиатора напряжений [11].

Стоит отметить, что данная теория прочности бетона во многом зависит от сдвиговых объемных эффектов (дилатансии бетона), связанных в свою очередь с процессом образования микротрещин в бетонном образце за счет сдвиговых деформаций (упрощенно, с процессом дилатансии связывают увеличение коэффициента Пуассона с ростом напряжений и деформаций в бетоне).

В совокупности с применением экспоненциальной модели разупрочнения бетона «HSD2 model» (Hardening-Softening and Dilatation), позволяющей численно корректировать поведение материала после образования пластических деформаций в бетоне, модель Ментери-Виллама позволяет полностью учесть распределение напряжений между соседними конечными элементами вплоть до стадии разрушения [13].

Ниже, в таблице, подробно описаны характеристики материалов, вводимых для расчета. Параметрические точки диаграмм бетона вычислены согласно [14].

Верификация компьютерной модели выполнена путём сравнения результатов моделирования с экспериментальными данными [15].

Таблица

Характеристики тяжелого бетона с призменной прочность R_b=30 Мпа применительно к тории прочности Ментери- Виллама и экспоненциальному закону разупрочнения HSD2

Пара-метр	Наименование параметра модели бетона	Знач-е пар-ра	Ед. изм.
Menetrey-William Base			
$\boldsymbol{R_b}$	Uniaxial Compressive Strength- (Прочность при одноосном сжатии)	30	Мпа
$\boldsymbol{R_{bt}}$	Uniaxial Tensile Strength – (Прочность при одноосном растяжении)	2,35	Мпа
$\boldsymbol{1,2R_b}$	Biaxial Compressive Strength – (Прочность при двухосном сжатии l,2Rb)	36	Мпа
$\boldsymbol{\psi}$	Dilatancy Angle – (Угол дилатансии)	35	Град.
Softening			
$\boldsymbol{\varepsilon_{cm}}$	Plastic Strain at Uniaxial Compressive Strength – (Пластические относительные деформации бетона в вершине диаграммы $''\sigma - \varepsilon\ ''$)	0,00107	мм/мм
$\boldsymbol{\varepsilon_{cu}}$	Plastic Strain at Transition from Power Law to Exponential Softening- (Пластические относительные деформации бетона в начале экспоненциального участка диаграммы $''\sigma - \varepsilon\ ''$)	0,00271	мм/мм
$\boldsymbol{\delta_{ci}}$	Relative Stress at Start of Nonlinear Hardening - (Относительные сжимающие напряжения в бетоне в момент образования пластических деформаций)	0,4	МПа/МПа
$\boldsymbol{\delta_{cu}}$	Residual Relative Stress at Transition from Power Law to Exponential Softening- (Относительные сжимающие напряжения в бетоне в начале экспоненциального участка диаграммы $''\sigma - \varepsilon''$)	0,85	МПа/МПа
$\boldsymbol{\delta_{cr}}$	Residual Compressive Relative Stress – (Остаточные относительные сжимающие напряжения в бетоне в стадии разрушения)	0,2	МПа/МПа
$\boldsymbol{G_{ft}}$	Mode 1 Area Specific Fracture Energy – (Энергия разрушения к единице площади при трещинообразовании (принимается на основе экспериментальных данных зарубежных авторов))	100	Дж/м^2
$\boldsymbol{\delta_{tr}}$	Residual Tensile Relative Stress –(Остаточные относительные растягивающие напряжения в бетоне в стадии трещинообразования)	0,1	МПа/МПа

На рис.3 показана диаграмма бетона в соответствии с таблицей 1.

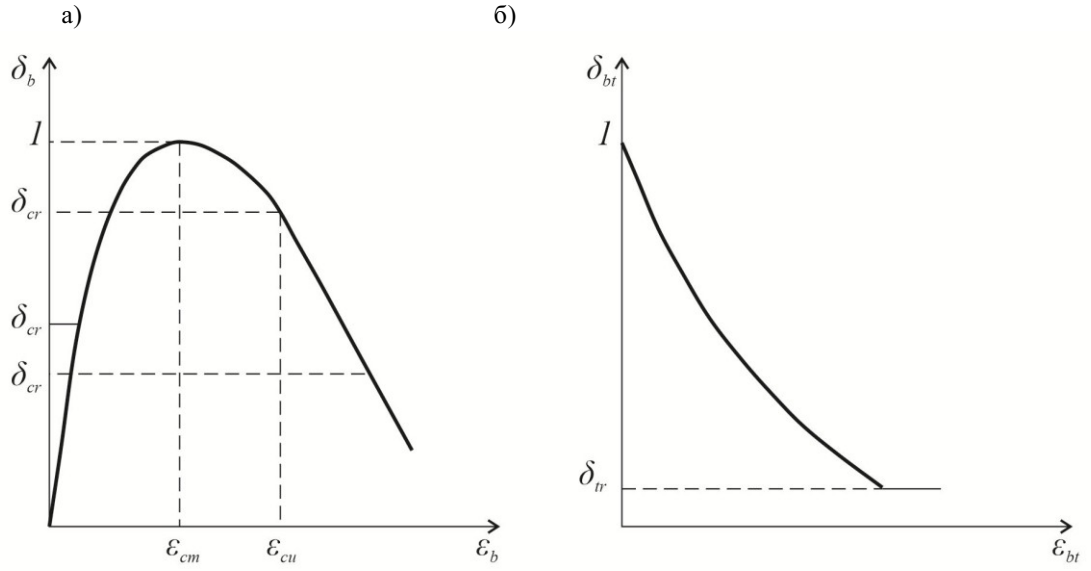


Рис. 3– Экспоненциальное размягчение бетона при: а) сжатии; б) растяжении (Иллюстрация авторов)

Fig. 3 - Exponential softening of concrete under: a) compression; b) tension (authors illustration)

Для описания нелинейных свойств стали арматуры и двутавровой балки использовалась теория Bilinear Isotropic Hardening (билинейное изотропное упрочнение). Эта модель упругопластического поведения материала использует критерий текучести Мизеса, ассоциативный закон течения и кинематическое упрочнение. Билинейная диаграмма задается модулем упругости, пределом текучести, и коэффициентом Пуассона. Для описания роста пластических деформаций за пределом текучести вводится значение модуля касательной.

Следующим этапом моделирования в ПК ANSYS является приложение нагрузок. Поверху балластного корыта прикладываем равномерно распределенную нагрузку до разрушения. Собственный вес модели задается ПК ANSYS автоматически. Как известно, нагрузка от железнодорожных составов является многократно-повторной, от действия которой конструкции моста работают на выносливость. Научные основы теории выносливости железобетонных конструкций изложены в работах [16-20]. При проектировании таких конструкций отдельно выполняется расчет прочности, отдельно выполняется расчет выносливости. В этой статье рассматривается только характер разрушения при статическом нагружении и оценка прочности.

3. Результаты

По результатам расчета разрушение сталежелезобетонной балки в компьютерной модели произошло по нормальному сечению в зоне чистого изгиба из-за местного раздробления бетона сжатой зоны плиты вследствие развития пластических деформаций в средней по длине части стальной балки, при нагрузке 17,5 т/м^2 (M_{ult} =606 кН$\cdot$*м*).

Исследованиями в ПК ANSYS получена картина развития деформаций при кратковременном нагружении (рис. 4).

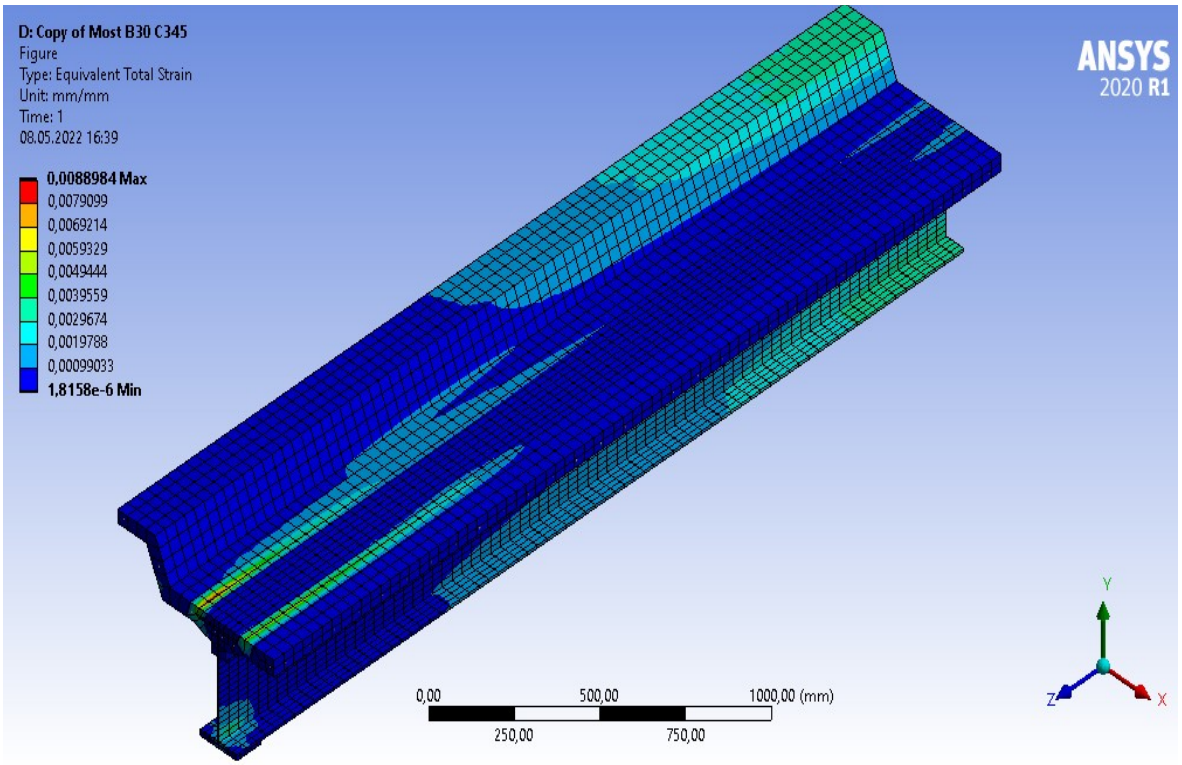
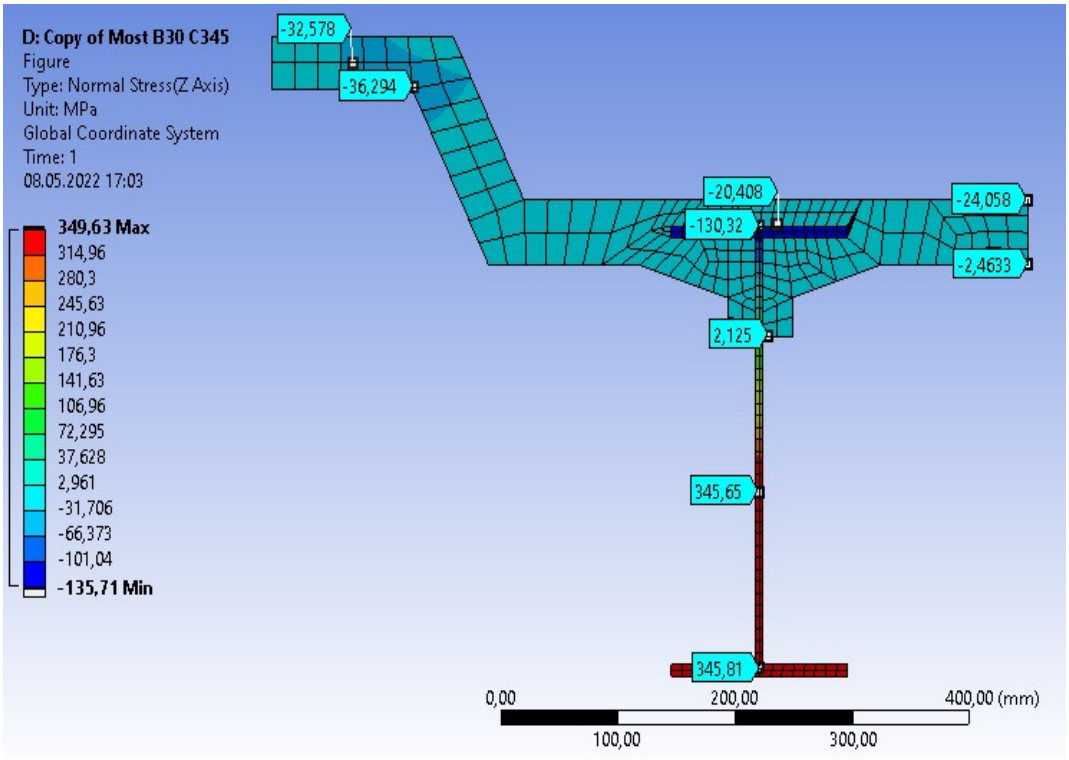


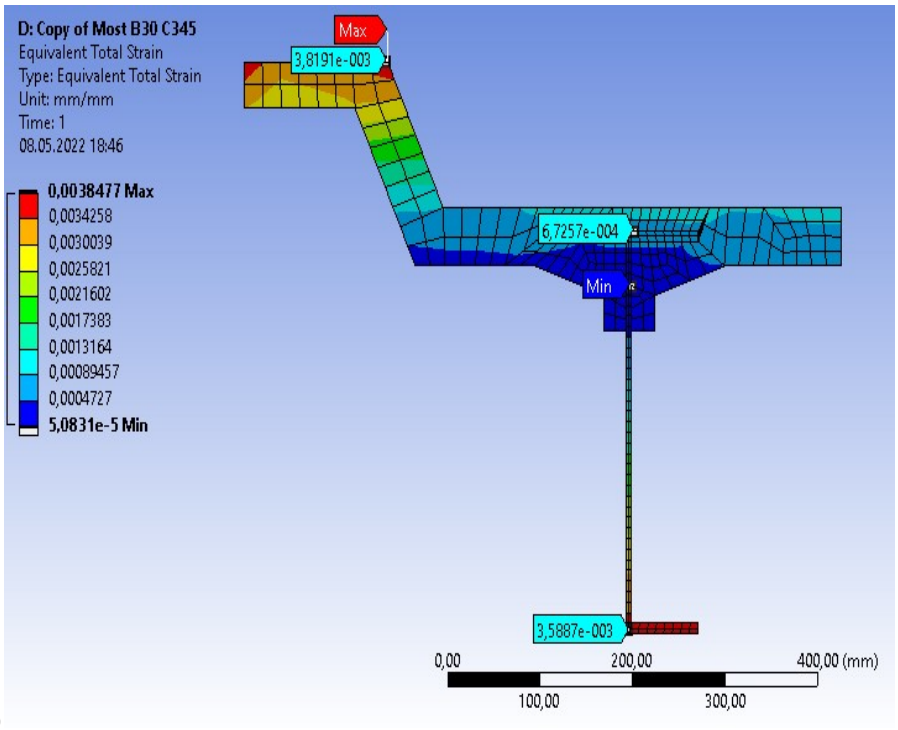
Рис. 4 – Картина развития относительных деформаций в балке с истинным сечением (Иллюстрация авторов)

Fig. 4 - The picture of the development of relative deformations in a beam in a true cross section (authors illustration)

На рис.5 представлены изополя нормальных напряжений и относительных деформаций в середине балки при M_{ult}.



а)



б)

Рис. 5 – Изополя : а) нормальных напряжений; б) относительных деформаций (Иллюстрация авторов)

Fig. 5 - Isofields: a) normal stresses; b) relative deformations (authors illustration)

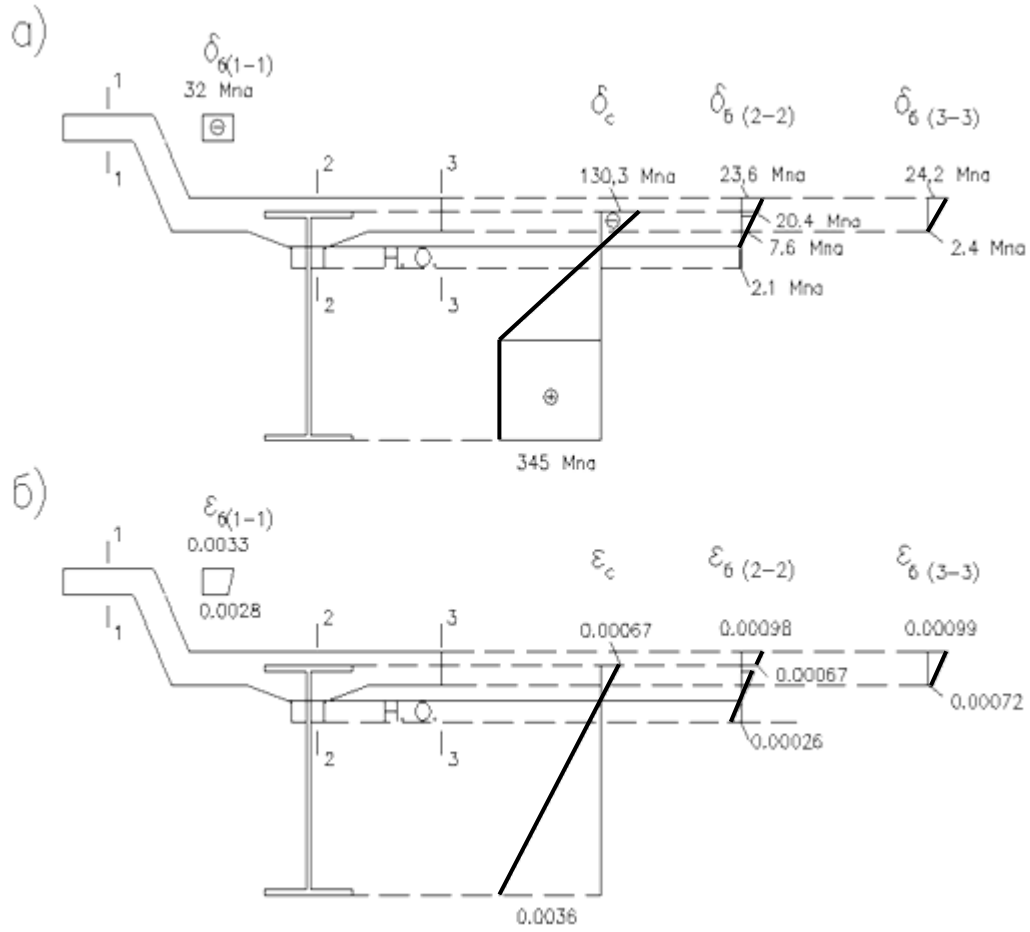


Рис. 6 – Эпюры: а) нормальных напряжений; б) относительных деформаций

Fig. 6 - Diagrams: a) normal stresses; b) relative deformations

На рис.6 нормальные напряжения и относительные деформации представлены в виде эпюр.

В дальнейшем на основании исследований [16-19] планируется разработать деформационную модель расчета прочности сталежелезобетонных балок нового типа; а также на основании исследований [20-21] - оценить сцепление между бетоном и стальными балками.

4. Обсуждение

В результате проведенного численного исследования получены интересные зависимости между относительными деформациями и напряжениями в бетоне и стальных балках.

Верификация компьютерной модели выполнена путём сравнения результатов моделирования с экспериментальными данными [15].

Как видно из эпюр напряжений (рис. 6), железобетонная плита активно участвует в работе на изгиб совместно с металлической балкой. Это следует из соотношения напряжений, замеренных в нижнем и верхних поясах металлической балки, испытанной компьютерной модели моста. Нейтральная ось металлической балки находится значительно выше середины балки, ближе к верхнему ее поясу.

Анализ продольных деформаций и напряжений (рис. 6) стальной части сталежелезобетонных балок показывает, что на начальных этапах нагружения сталежелезобетонных балок распределение продольных деформаций в стальной части подчиняется линейному закону. Такое распределение деформации продолжается практически до достижения в нижнем поясе стальной балки предельно допускаемых нормами деформаций $\varepsilon_{s.lim}=\frac{R_s}{E}=\frac{345\ Мпа}{206000\ Мпа}=0{,}00167$, что соответствует $0{,}85M_{ult}=515{,}1кН\cdot м$. По эпюрам (рис.6) видно, что наибольшие сжимающие напряжения и относительные деформации в бетоне плиты возникают в верхних полках, что объясняется гипотезой плоских сечений. В зоне контакта стали и бетона происходит скачок напряжений, равный $\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_b}=\frac{206000}{32500}=6{,}33$. Пластические деформации в бетоне с увеличением нагрузки возрастают постепенно, поэтому качественные изменения в работе образца возникают только с развитием пластических деформаций в стали нижнего пояса балки, когда остаточные прогибы и другие общие и местные деформации начинают расти особенно интенсивно. После достижения значительных пластических деформаций в стали и бетоне, в железобетонной плите возникают продольные трещины. Наконец, при новом увеличении испытательной нагрузки и достижении моментом величины $M_{ult}=606\ кН\cdot м$ $M_{ult}=606кН\cdot м$ происходит раздробление бетона и исчерпание несущей способности.

В численных исследованиях также изучались закономерности развития прогибов модели моста. Расчетами установлено, что увеличение прогибов происходит при возрастании уровня нагружения, причем интенсивность развития прогибов различна на разных этапах нагружения. На начальный период нагружения наблюдалась прямая пропорциональность между изгибающим моментом и прогибами, затем, с изменением деформаций по высоте сталежелезобетонного сечения, вследствие появления пластических деформаций в стальной балке, при $0{,}85\ M_{ult,}$ происходит излом графика прогибов, что свидетельствует о снижении жесткости несущих балок плиты при увеличении уровня нагрузок. При исчерпании несущей способности полные прогибы компьютерной модели составили 38 мм, что составляет 1/157 длины пролета.

На сегодняшний день многие инженеры при проектировании железнодорожных сталежелезобетонных мостов сложного сечения в расчетных схемах не учитывают выступающие вверх полки балластного корыта для прохода пешеходов и рассматривают их упрощенное сечение. Для оценки влияния на несущую способность и деформации данного допущения, был произведен сравнительный расчет.

На рис.7 представлена картина развития деформаций в упрощенной модели моста.

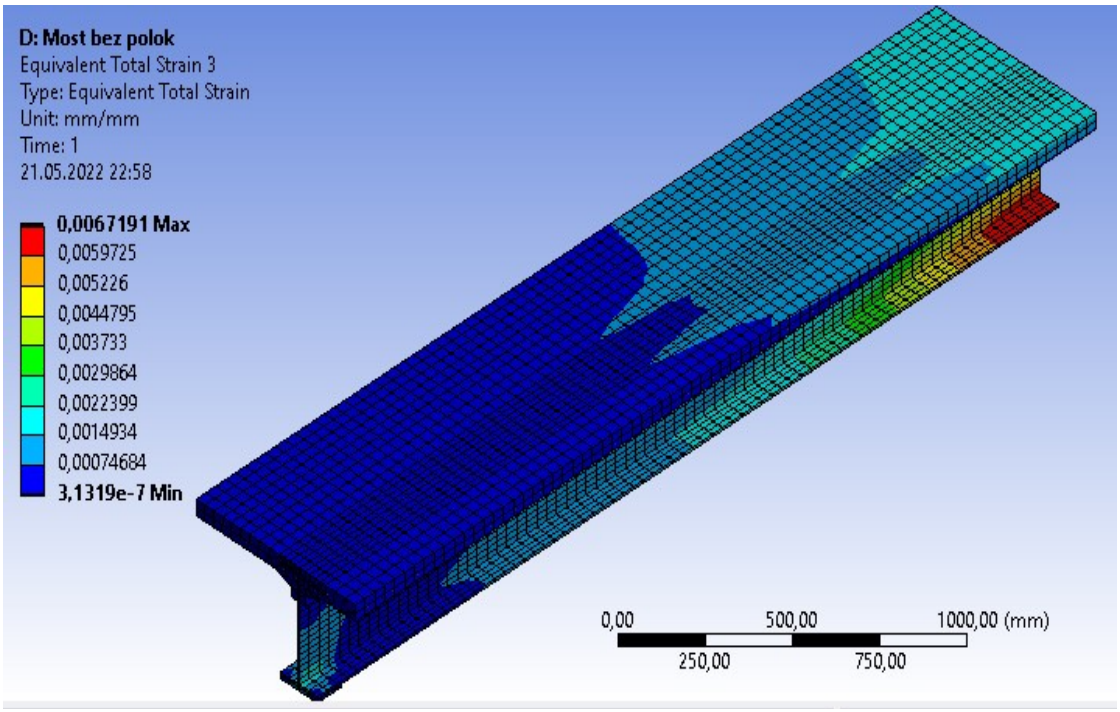


Рис. 7 – Картина развития относительных деформаций в балке с упрощенным сечением
Fig. 7 - Picture of the development of relative deformations in a beam with a simplified section

Характер развития продольных деформаций и напряжений балки аналогичен с ранее рассмотренной моделью для истинного сечения. Величина максимальных относительных деформаций в нижнем поясе стальной части балки с упрощенным сечением достигает значения $\varepsilon_s = 0{,}0067$, что значительно больше деформаций балки с истинным сечением, $\varepsilon_s = 0{,}0036$, где учтены свесы для прохода пешеходов.

Физическое разрушение модели с упрощенным поперечным сечением происходит так же при раздроблении бетона сжатой зоны в зоне чистого изгиба при M_{ult}=545 кН·м. При исчерпании несущей способности полные прогибы в компьютерной модели составили 57 мм, что составляет 1/105 длины пролета.

На рис.8 представлен графики развития прогибов в координатах “M-f” исследуемых двух расчетных сечений сталежелезобетонных балок.

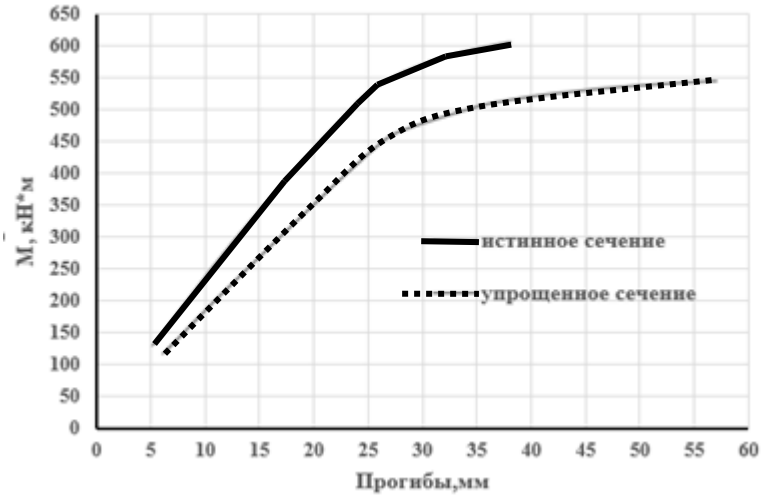


Рис. 8 – Графики развития прогибов в координатах “M-f” исследуемых сталежелезобетонных балок
Fig. 8 - Plots of deflections development in "M-f" coordinates of the investigated steel reinforced concrete beams

На рис. 8 четко видны точки излома пропорциональности между изгибающими моментами и прогибами графиков вследствие появления пластических деформаций в стальной балке модели при 0,85 M_{ult}=463,25кН·м.

5. Заключение

1. Исследованы напряженно-деформированное состояние и характер разрушения сталежелезобетонных балок нового типа с помощью численного моделирования в ПК ANSYS, которые могут быть использованы при проектировании мостовых сооружений.

2. По результатам моделирования моста в ПК ANSYS установлен характер физического разрушения, распределения напряжений и деформаций в сталежелезобетонных балках с истинным и упрощенным сечениями. Полученные результаты по несущей способности и характеру разрушения хорошо согласуются с данными натурных испытаний сталежелезобетонных конструкций на крупномасштабных моделях.

3. Выполнен сравнительный анализ результатов компьютерного моделирования сталежелезобетонных балок с истинным и упрощенным сечениями.

4. Сравнительным расчетом установлено, что учет истинного поперечного сечения модели моста увеличивает несущую способность конструкции на 11%. При одинаковых уровнях нагружения, в пределах упругой работы моделей, в модели с истинным сечением прогибы меньше на 20% чем в модели с упрощенным расчетным сечением.

Список литературы / References

1. Бабалич В.С., Андросов Е.Н. Сталежелезобетонные конструкции и перспектива их применения в строительной практике России / Успехи современной науки. 2017. № 4. С. 205–208. [Babalich V.S., Androsov E.N. Steel-reinforced concrete structures and the prospect of their application in the construction practice of Russia / Uspekhi sovremennoy nauki. 2017. № 4. P. 205-208.].
2. Кибириева Ю.А., Астафьева Н.С. Применение конструкций из сталежелезобетона. Ekologiya and Stroitelstvo . 2018. № 2, С. 27-34. DOI: 10.24411/2413-8452-2018-10004. [Kibirieva U.A., Astafieva N.C. The use of reinforced concrete structures/2018, № 2. P. 27-34].
3. Замалиев Ф.С., Тамразян А.Г. К расчету сталежелезобетонных ребристых плит для восстанавливаемых перекрытий / Строительство и реконструкция. 2021. №5. С.3-15. DOI: 10.33979/2073-7416-2021-97-5-3-15 [F.S. Zamaliev, A.G. Tamrazyan. To calculation of steel-reinforced concrete ribbed plates for refurbished floors / Construction and reconstruction, 2021. №5. P.3-15].
4. Hao Du, Xiamin Hu. Flexural Performance of Composite Beams Using High-Strength Steel and High-Strength Concrete / International Journal of Steel Structures. 2021. №. 22 P. 27-41.
5. Du, H., Hu, X., Meng, Y., Han, G., Guo, K. Study on composite beams with prefabricated steel bar truss concrete slabs and demountable shear connectors / Engineering Structures. 2020. №. 210 P. 27-41.
6. Jun, S. C., Lee, C. H., Han, K. H., & Kim, J. W.. Flexural behavior of high-strength steel hybrid composite beams / Journal of Constructional Steel Research. 2018. № 149. P. 269–281.
7. Wang, J., Guo, J., Jia, L., Chen, S., & Dong, Y. Push-out tests of demountable headed stud shear connectors in steel-UHPC composite structures / Composite Structures. 2017. № 170, P. 69–79.
8. Yuanlong Yang, Wentao Liang. Qingjie Yang, Yu Cheng. Flexural behavior of web embedded steel-concrete composite beam. Engineering Structures. 2021. Volume 240.
9. Yinghui Li, Huanjun Jiang, T.Y.Yang. Damage Deformation of Flexure-Yielding Steel-Reinforced Concrete Coupling Beams: Experimental and Numerical Investigation, Advances in Civil Engineering, 2019.
10. M.Rabie,W.Zaki, S.Zaky / Strengthening steel beam with concrete flange / Proc. of Fifth Conference On Advances in Civil, Structural and Mechanical Engineering / ACSM 2018.
11. G. Vasdravellis, B.Uy, E.L.Tan, B. Kirkland. Behaviour and design of composite beams subjected to negative bending and compression / Journal of Constructional Steel Research. 2017. Volume 79.

12. R. Shamass, K. Cashell. Analysis of stainless steel-concrete composite beams / Journal os Constructional Steel Research. 2018. DOI 10.1016.
13. Dmitriev A., Novozhilov Yu., Mikhalyuk D., Lalin V. Calibration and Validation of the Menetrey-Willam Constitutive Model for Concrete / Construction of Unique Buildings and Structures. 2020. Volume 88 Article No 8804.
14. Karpenko, N.I., Kolchunov, V.I., Kolchunov, V.I., Travush, V.I. Calculation model of a complex-stressed reinforced concrete element under torsion with bending//International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, 2021, 17(1). P. 34–47
15. Замалиев Ф.С. Численные и натурные эксперименты преднапряженных сталежелезобетонных балок. Вестник МГСУ. 2018. Вып. 3(11). С.309-321. [Zamaliev F.S. Numerical and natural experiments of prestressed steel reinforced concrete beams. Vestnik MGSU. 2018. Iss. 3(11). P. 309-321].
16. Mirsayapov Ilshat. Endurance of reinforced concrete beams with small shear spans// © Springer Nature Switzerland AG 2020 B. Anatolijs et al. (eds.), Proceedings of EECE 2019, Lecture Notes in Civil Engineering. P. 763-775.
17. Мирсаяпов Ил.Т. Обеспечение безопасности железобетонных балок по наклонному сечению при многократно повторяющихся нагрузках/ Ил.Т.Мирсаяпов// Жилищное строительство. – Москва. 2016, №1. – С. 23-27. [Mirsayapov Il.T. Ensuring the safety of reinforced concrete beams along an inclined section under repeated loads / Il.T. Mirsayapov / / Housing construction. - Moscow. 2016, No. 1. P. 23-27].
18. Мирсаяпов Ил.Т. Физические модели усталостного сопротивления железобетонных изгибаемых элементов действию поперечных сил/ Ил.Т.Мирсаяпов// Известия ВУЗов: «Строительство». – Новосибирск. 2006, №8. - С. 4-13. [Mirsayapov Il.T. Physical models of fatigue resistance of reinforced concrete bending elements to the action of transverse forces / Il.T. Mirsayapov / / Proceedings of universities: "Construction". - Novosibirsk. 2006, No. 8. P. 4-13.].
19. Ilshat Mirsayapov and George Apkhadze /Modified trilinear stress-strain diagram of concrete designed for calculation of beams with fiberglass rebar// STCCE-2020 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Kazan, Russia, 2020, 517, Vol. 890, 012079
20. Мирсаяпов Ил.Т. Напряженно-деформированное состояние в заделке арматуры при многократно повторяющихся нагрузках/ Ил.Т.Мирсаяпов// Вестник МГСУ. – Москва. 2016, №5. – С. 28-36. [Mirsayapov Il.T. Stress-strain state in the embedment of reinforcement under repeated loads/Vestnik MGSU.2016, №5. P.28-36.
21. Мирсаяпов Ил.Т. Предел выносливости анкеровки арматуры/ Ил.Т.Мирсаяпов// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – Москва. 2016, №1. – С. 37. [Mirsayapov Il.T. Endurance limit of reinforcement anchoring/ Seysmostoykoe stroitelstvo.Besopasnost soorugeniy/M., 2016,№1. P.37-42.]

Информация об авторах.

Мирсаяпов Илшат Талгатович, доктор технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
E-mail: mirsayapovit@mail.ru
Валиев Азат Тагирович, инженер, АО «Казанский Гипрониавиапром» им. Б.И.Тихомирова», г. Казань, Российская Федерация
E-mail: azat.valiev.98@mail.ru

Information about the authors

Mirsayapov Ilshat Talgatovich, doctor of technical sciences, associate professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
E-mail: mirsayapovit@mail.ru
Valiev Azat Tagirovich, engineer, JS «Kazanski Giproniiaviaprom named B.I Tilhomirova», Kazan, Russian Federation
E-mail: azat.valiev.98@mail.ru

УДК: 697.92, 628.854
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_43
EDN: IHKPHS

Аналитическое исследование работы естественной вытяжной системы вентиляции многоэтажного здания со стабилизаторами расхода воздуха в холодный период года

В. А. Бройда[1]
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
г. Казань, Российская федерация.

Аннотация *Постановка задачи.* Естественная вентиляция широко применяется в зданиях различного назначения. При понижении температуры наружного воздуха возрастает расход приточного и удаляемого воздуха, что ведет к увеличению затрат тепловой энергии в течение холодного периода года. Исследование, направленное на устранение этой проблемы актуально. Для предотвращения роста расхода вентиляционного воздуха могут применяться стабилизаторы расхода воздуха – регуляторы прямого действия или обычные автоматические регуляторы, использующие внешние источники энергии. Стабилизаторы могут устанавливаться на впускные устройства или на вытяжные каналы. В многоэтажных зданиях вытяжные системы, часто общие для всех или нескольких этажей. Собственники помещений могли бы устанавливать стабилизаторы расхода воздуха для улучшения свойств своих вентиляционных систем. Цель исследования заключается в аналитическом определении влияния установленных стабилизаторов расхода на изменение расхода вытяжного воздуха на ответвлениях, на которых не установлены стабилизаторы расхода, а также на остальных участках вытяжной естественной системы вентиляции многоэтажного здания. Задачи исследования: построить аналитическую модель для изучения такого влияния; выполнить вычисления и определить изменение расхода воздуха в зависимости от этажа, на ответвлении которого нет стабилизатора расхода и, изменение расхода на остальных участках системы и всей системы в целом.

Результаты. Получены аналитические зависимости и выполнен анализ влияния применения стабилизаторов расхода не на всех этажах многоэтажного здания. Установлено, что на этажах, на которых стабилизаторы не применены, расход вытяжки значительно возрастает, также возрастает расход воздуха на остальных последовательно включенных участках и в системе вентиляции в целом.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли заключается в количественной оценке влияния применения стабилизаторов не на всех этажах системы естественной вентиляции многоэтажного здания, что дает возможность при устройстве таких систем осознано делать выбор применения стабилизаторов расхода воздуха.

Ключевые слова: естественная вентиляция, стабилизатор расхода, приточный клапан, вытяжной канал, многоэтажное здание, холодный период года.

Для цитирования: Бройда В.А. Аналитическое исследование работы естественной вытяжной системы вентиляции многоэтажного здания со стабилизаторами расхода воздуха в холодный период года // Известия КГАСУ. 2023. №1(63), с.43-51, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_43, EDN: IHKPHS

Analytical study of the operation of the natural exhaust ventilation system of a multi-storey building with air flow stabilizers in the cold season

V. A. Broida[1]
[1]Kazan State University of Architecture and Engineering
[1]Kazan, Russian Federation

Abstract: *Formulation of the problem.* Natural ventilation is widely used in buildings for various purposes. When the outdoor temperature drops, the consumption of supply and exhaust air increases, which leads to an increase in the cost of thermal energy during the cold season. The research aimed at eliminating this problem is relevant. To prevent an increase in ventilation air flow, air flow stabilizers can be used - direct-acting regulators or conventional automatic regulators using external energy sources. Stabilizers can be installed on intake devices or on exhaust channels. In multi-storey buildings, exhaust systems are often common to all or several floors. Homeowners could install air flow stabilizers to improve the properties of their ventilation systems. The purpose of the study is to analytically determine the effect of installed flow stabilizers on the change in exhaust air flow in branches where flow stabilizers are not installed, as well as in other sections of the exhaust natural ventilation system of a multi-storey building. The research objectives are: to build an analytical model to study such influence; to perform calculations and determine the change in air flow depending on the floor, on the branch of which there is no flow stabilizer and the change in flow in the rest of the system and the entire system as a whole.

Results. Analytical dependencies are obtained and the analysis of the impact of the use of flow stabilizers not on all floors of a multi-storey building is carried out. It has been established that on the floors where stabilizers are not used, the exhaust flow rate increases significantly. Also, the air flow increases in the remaining sections connected in series and in the system as a whole.

Conclusions. The significance of the obtained results for the construction industry lies in the quantitative assessment of the impact of the use of stabilizers not on all floors of the natural ventilation system of a multi-storey building, which makes it possible to consciously choose the use of air flow stabilizers when installing such systems.

Keywords: natural ventilation, flow stabilizer, supply valve, exhaust channel, multi-storey building, cold season.

For citation: Broida V.A. Analytical study of the operation of the natural exhaust ventilation system of a multi-storey building with air flow stabilizers in the cold season // News KSUAE. 2023. № 1(63), p. 43-51, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_43, EDN: IHKPHS

1. Введение

Системы естественной вентиляции во многих случаях обеспечивают необходимый воздухообмен в помещениях зданий различного назначения. Такая вентиляция не требует затрат энергии на перемещение воздуха. Но с понижением температуры наружного воздуха, возрастает гравитационное давление и, при отсутствии регулирования, увеличивается воздухообмен по сравнению с расчетным, что ведет к повышенным затратам тепловой энергии в холодный период года. Несмотря на многолетнюю практику использования, постоянно появляются исследования, направленные на совершенствование этого типа систем вентиляции; экспериментальные и аналитические [1- 4], методами вычислительной гидродинамики [5-7], особенностей их применения в холодный период года [8, 9].

В зданиях с устаревшими неплотными окнами, через окна происходит достаточное поступление наружного холодного воздуха, замещающего воздух удаляемый естественными вытяжными системами. В таких зданиях следует стабилизировать расход

удаляемого воздуха с помощью устройств, устанавливаемых на входе в вытяжной вентиляционный канал.

В зданиях с современными плотными окнами существует другая проблема: как обеспечить приток необходимого количества наружного воздуха и распределить его в объеме помещения, не вызывая ухудшения микроклимата, что исследуется в работах [10-13]. Для решения этой проблемы применяются различные впускные устройства. По месту их размещения можно выделить следующие разновидности:

– клапаны, встраиваемые или пристраиваемые к конструкциям оконных рам;

– клапаны, врезаемые в конструкцию стены (стеновые клапаны);

– клапаны, размещаемые под окнами и др.

В таких устройствах могут присутствовать козырьки, защищающие от наружных осадков, сетка для предотвращения попадания в помещение насекомых, защита от уличного шума (слой звукопоглощающего материала), а также устройства для ручного регулирования расхода приточного воздуха.

Например, оконные клапаны фирмы «Air Box» выпускаемые в виде моделей Standart, Comfort и Comfort-S, могут встраиваться или закрепляться на оконной раме. Перемещение воздуха через клапан осуществляется за счет действия механической или естественной вытяжки. Регулирование расхода воздуха у всех моделей ручное, автоматически обеспечивается только защита от действия ветра для предотвращения сквозняков.

Известны автоматические клапаны фирмы «Aereco», приточные оконные и стеновые, а также вытяжные. Их действие основано на изменении сечения для прохода воздуха в зависимости от относительной влажности воздуха в помещении, которую воспринимает гигроскопический материал. Таким образом, это устройство поддерживает определенную влажность в помещении, но не заданный расчетный расход воздуха.

Имеются конструкции автоматических регуляторов прямого действия не потребляющие энергии от внешних источников. Но выпускаемые устройства такого направления, например фирм «Systemair», «Aldes» и др. в основном пригодны для стабилизации расхода воздуха в системах вентиляции с механическим побуждением, так как их диапазон регулирования начинается с перепада давления порядка 40 - 50 Па.

В настоящее время известны и разрабатываются новые конструкции стабилизаторов расхода воздуха прямого действия, которые могли бы применяться как для установки на вытяжных каналах естественных вытяжных систем так и на устройствах для впуска наружного воздуха в помещения с естественной вытяжкой [14, 15].

Вместе с тем следует отметить, что для стабилизации расхода воздуха естественных систем нескольких верхних этажей зданий, где гравитационного давления недостаточно для работы регуляторов прямого действия, придется использовать более дорогую обычную схему автоматического регулирования, содержащую датчик скорости (расхода) воздуха, контроллер и исполнительный механизм.

В работе [16] показано, что применение стабилизаторов расхода экономически целесообразно. Их стоимость может окупаться за несколько лет эксплуатации экономией тепловой энергии за счет значительно уменьшения попадания в помещение излишнего количества холодного наружного воздуха в течение холодного периода года.

По мере появления доступных стабилизаторов расхода воздуха, пригодных для использования с естественными вытяжными системами, владельцы помещений могли бы улучшить качество своих систем вентиляции, устанавливая стабилизаторы расхода на впуск наружного воздуха или на вытяжные каналы. В [17] показано, что принцип аэродинамического расчета вытяжной системы одинаков для случая с регулятором на впуске воздуха в помещение или на вытяжном канале из помещения.

Часто естественные вытяжные системы применяются в многоэтажных зданиях, например, в жилых зданиях. В таких зданиях применение стабилизаторов расхода на одних ответвлениях системы будет оказывать определенное влияние на расходы воздуха на ответвлениях необорудованных стабилизаторами, а также на расходы воздуха перемещаемого по общим участкам системы. Наиболее значительно такое влияние будет при изменении температуры наружного воздуха до ее наиболее низкого расчетного значения в холодный период года.

Цель исследования заключается в аналитическом определении влияния установленных стабилизаторов расхода на изменение расхода вытяжного воздуха на ответвлениях, на которых не установлены стабилизаторы расхода, а также на остальных участках вытяжной естественной системы вентиляции многоэтажного здания.

Задачи исследования:

– построить аналитическую модель для изучения такого влияния;

– выполнить вычисления и определить изменение расхода воздуха в зависимости от этажа, на ответвлении которого нет стабилизатора расхода и, изменение расхода на остальных участках системы и всей системы в целом.

2. Материалы и методы

Изучается стабилизация расхода воздуха с помощью устройств, устанавливаемых на входе в этажное ответвление в многоэтажном здании с естественной вытяжной системой.

Исследуется изменение расхода воздуха на одном этажном ответвлении естественной вытяжной системы без стабилизатора расхода, при условии, что на остальных этажных ответвлениях стабилизаторы расхода установлены. Такая проблема может возникать в современных многоэтажных зданиях с естественными вытяжными системами, обслуживающими несколько этажей, с помещениями на этажах, принадлежащими различным собственникам, некоторые из которых применяют или не применяют стабилизаторы расхода воздуха.

Рассматривается система естественной вытяжной вентиляции, которая работает, в основном, за счет гравитационного давления P (действием ветрового давления обычно пренебрегают, как фактором действующим непостоянно), возникающего при некоторой температуре наружного воздуха t, и определяемого формулой:

$$P=g\cdot h\cdot(\rho-\rho_B), \quad (1)$$

где ρ – плотность воздуха, при любой его температуре t, (в том числе и при температуре внутреннего воздуха t_B), которая определяется выражением:

$$\rho=353/(273+t), \quad (2)$$

h – разница отметок центра входной решетки и устья вытяжного канала, м.

Естественная вытяжная вентиляции рассчитывается при действии гравитационного давления P_5, соответствующего температуре наружного воздуха t=5 °C, при которой расход удаляемого воздуха имеет заданное расчетное значение $L=L_5$.

Гравитационное давление затрачивается на преодоление потерь давления на участках системы вентиляции, в данной задаче их удобно выразить через характеристику участка s, Па·с^2/м^6, тогда, потери давление каждого участке выразятся формулой:

$$\Delta P=s\cdot L^2, \quad (3)$$

а сама характеристика каждого расчетного участка соответствует выражению:

$$s = \Delta P/\cdot L^2, \quad (4)$$

причем в формулах (3) и (4) расход воздуха выражается в м^3/с.

Рассматривается общая структура системы естественной вытяжной вентиляции многоэтажного здания с вертикальным коллектором и односторонними боковыми ответвлениями - «спутниками», присоединенными к коллектору через этаж (см. рис. 1.).

Обычно на верхнем этаже при расчетных температурных условиях t=5 °C, гравитационного давления недостаточно, поэтому на ответвлении верхнего этажа устанавливается вентилятор, обеспечивающий требуемый расход воздуха через это ответвление.

Вводится следующая нумерация расчетных участков рассматриваемой системы вентиляции:

– концевые участки (ответвления) имеют номер расчетного i-го этажа – i;

– сборные участки коллектора и выбросной шахты имеют номера из двух цифр, первая – номер первого по ходу движения воздуха присоединяемого ответвления, вторая – номер ответвления на конце участка – i, i+1.

Аэродинамический расчет заданной структуры вентиляционной системы может быть выполнен по любой общепринятой методике, например методом удельных потерь.

В результате такого расчета при заданных расчетных расходах воздуха L_5, должны выполняться условия достаточности гравитационного давления и увязки потерь давления в ответвлениях при расчетной температуре наружного воздуха t=5 °С. По данным такого расчета, с помощью зависимости (4) определяются характеристики s, всех участков естественной вытяжной системы вентиляции.

Затем производится аэродинамический перерасчет этой же системы на температурные условия холодного периода года по параметру Б. При выполнении этого расчета полагается, что на ответвлениях всех этажей имеются стабилизаторы расхода воздуха, обеспечивающие заданный расход воздуха L_5, причем на верхнем этаже это условие поддерживает вентилятор. И только на одном из этажей стабилизатор расхода воздуха отсутствует и расход воздуха в ответвлении этого этаже возрастает с понижением температуры наружного воздуха и соответствующим ростом гравитационного давления.

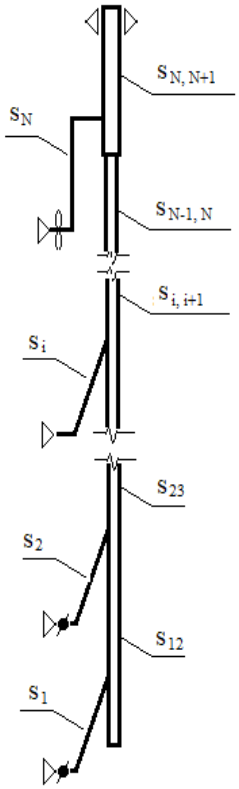


Рис. 1. Схема вытяжной вентиляционной системы многоэтажного здания (иллюстрация автора) Fig.1. Scheme of the exhaust ventilation system of a multi-storey building (illustration by the author)

Следовательно, изменяется (увеличивается) расход воздуха на всех сборных участках, включенных последовательно после ответвления без стабилизатора в схему системы вентиляции. При выполнении этого расчета считается, что характеристики s всех участков системы сохраняют свои значения.

Решение основывается на рассмотрении балансов возникающих гравитационных давления и потерь давлений в последовательно включенных участков системы вентиляции. Аналитическое решение этой задачи для N-этажного здания относительно неизвестного расхода удаляемого воздуха от концевого участка без стабилизатора на i-ом этаже L_i приводит к квадратному уравнению:

$$a \cdot L_i^2 + b \cdot L_i + c = 0, \quad (5)$$

с коэффициентами уравнения:

$$a = s_i + \sum_i^N s_{i,i+1}, \quad (6)$$

$$b = 2 \cdot L_5 \cdot (\sum_{i}^{N}((i-1) \cdot s_{i,i+1})), \quad (7)$$

$$c = (L_5)^2 \cdot \sum_{i}^{N}(s_{i,i+1} \cdot (i-1)^2) - p_i, \quad (8)$$

Решение квадратного уравнения, как известно, выражается формулой:

$$L_i = (-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c})/(2 \cdot a) \cdot \quad (9)$$

Причем общий расход воздуха во всей системе равен расходу воздуха на последнем сборном участке $L_{N,N+1}$.

Можно указать также безразмерный относительный расход воздуха на каждом участке L^*, отнесенный к расчетному расходу воздуха L_5, определенный по соотношению:

$$L^* = L / L_5 \ . \quad (10)$$

Расход воздуха на участках естественной вытяжной системы без стабилизаторов расхода и других регуляторов (без изменения геометрии элементов системы) с понижением температуры наружного воздуха ниже расчетной t=5 °С изменяется в соответствии с выражением:

$$L = L_5 \cdot \sqrt{((273+5) \cdot (t_в - t))/((273+t) \cdot (t_в - 5))} \ . \quad (11)$$

3. Результаты

В качестве примера рассматривается система естественной вытяжной вентиляции девятиэтажного здания, которая состоит из сборного канала сечением 300х200 мм и каналов спутников, присоединенных через этаж. Сборный канал завершается выбросной шахтой сечением 400х300 мм. Расход воздуха на каждом концевом участке (от каждого этажа) при расчетных для естественных систем условиях (температура внутреннего воздуха $t_В$=20 °С, температура наружного воздуха t=5 °С) составляет L_5=60 м^3/ч. Высота каждого этажа $h_Э$ =3,3 м, высота выбросной шахты от места присоединения к сборному каналу до устья $h_Ш$=5 м. Ответвление последнего девятого этажа, по причине недостаточного гравитационного давления при расчетных условиях, снабжено небольшим вентилятором, обеспечивающим расчетный расход воздуха, этот канал присоединяется к выбросной шахте на высоте 1 м от ее основания.

В результате аэродинамического расчета при заданных расчетных условиях определены характеристики естественной вытяжной системы, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Расчетные характеристики участков естественной вытяжной системы 9-этажного здания

Номер этажа, i	Гравитационное давление на этаже при $t_Н$=5 °С, Па	Характеристика, s, Па·с^2/м^6 и расчетный расход воздуха на участке, м^3/с		Примечание
		концевого участка, s_i/L_i	сборного участка, $s_{i,\,i+1}/L_{\,i,\,i+1}$	
1	20,02	36547/0,01667	182,2/0,01667	
2	17,92	29232/0,01667	173/0,03334	
3	15,82	22356/0,01667	169,2/0,05000	
4	13,71	16272/0,01667	167/0,06667	
5	11,61	11376/0,01667	165,7/0,08334	
6	9,50	7920/0,01667	164,8/0,10000	
7	7.40	6300/0,01667	164,1/0,11667	
8	5,29	6732/0,01667	66,6*/0,13334	*Вытяжная шахта
9	3,19	вентилятор	99,4*0,15000	*Вытяжная шахта

Затем, в соответствии с поставленной задачей, выполняется аэродинамический расчет вытяжной естественной системы при пониженной температуре наружного воздуха

до t_H=-30 °С и при условии, что на одном из этажей здания (на концевом участке этого этажа) нет клапана, стабилизирующего расход удаляемого воздуха, а на всех остальных концевых участках такой клапан имеется. Результат такого расчета представлен в таблице 2.

Решение этой задачи относительно неизвестного расхода удаляемого воздуха находится с помощью зависимостей (6, 7, 8 и 9). В табл. 2 также приведены относительные расходы воздуха, вычисленные по формуле (10). По температурным условиям данной задачи относительный расход в условиях отсутствия регулирования при изменении температуры наружного воздуха от t=5 ° С до t =– 30 °С, возрастает, что при применении зависимостей (10) и (11) приводит к значению:

$$L^*_{-30} = L_{-30} / L_5 = \sqrt{((273+5)\cdot(20-(-30)))/((273+(-30))\cdot(20-5))} = 1{,}95.$$

Таблица 2

Результаты расчета расхода воздуха на концевых участках при отсутствии стабилизатора расхода на одном из этажей при температуре наружного воздуха t=-30 ^{0}С, выполненные по приведенным выше зависимостям

Номер этажа, i, на котором отсутствует стабилизатор расхода	Гравитационное давление на этаже при t_H=-30 °С, Па	Расход воздуха на концевом участке, L_i		Относительный расход воздуха, L^*	Примечание
		м^3/с	м^3/ч		
1	76,36	0,0408	146,9	2,45	
2	68,34	0,0424	152,6	2,55	
3	60,31	0,0447	160,9	2,68	
4	52,29	0,0477	171,7	2,86	
5	44,26	0.0513	184,7	3,08	
6	36,23	0,0547	196,9	3,28	
7	28,21	0,0547	196,9	3,28	
8	20,18	0,0474	170,6	2,85	
9	12,16	0,0167	60	1	вентилятор

Общий расход воздуха при отсутствии стабилизаторов расхода на всех этажах, но при наличии регулируемого вентилятора составит:

$$L_{ОБЩ} = (L^*_{-30}\cdot 8 + 1\cdot 1)\cdot L_5 = (1{,}95\cdot 8+1\cdot 1)\cdot 60 = 1010{,}4 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ или } 0{,}281 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Общий расход воздуха всей рассматриваемой системы вытяжной вентиляции при t= – 30 °С и при худшем варианте (отсутствия стабилизатора расхода на 7-ом этаже) равен:

$$L_{ОБЩ7} = (L_7\cdot 3600 + 8\cdot 60) = (0{,}0547\cdot 3600+8\cdot 60) = 696{,}9 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ или } 0{,}188 \text{ м}^3/\text{с},$$

что почти в два раза меньше, чем при отсутствии стабилизаторов расхода удаляемого воздуха на всех этажах.

4. Обсуждение

Из результатов расчета понятно, что расход воздуха на ответвлении, на котором нет стабилизатора, с понижением температуры наружного воздуха значительно увеличивается по сравнению с расчетным. Для рассмотренной системы вентиляции это увеличение составляет приблизительно от 2,45 до 3,028 раза для отдельного этажного ответвления, существенно больше, чем возрастал бы расход воздуха при отсутствии стабилизаторов расхода на каждом этаже здания – в 1,95 раза. Возрастание расхода воздуха неравномерно распределено по этажам, в данном случае значительней на верхних этажах и меньше на нижних, что по-видимому зависит от конструкции и геометрии конкретной вытяжной системы.

Но при этом общий расход удаляемого воздуха при наличии стабилизаторов расхода (и отсутствии стабилизатора на одном этаже), всегда меньше, почти в два раза, чем при отсутствии стабилизаторов расхода на всех этажах.

На верхних этажах здания располагаемое гравитационное давление невелико, поэтому для них, по-видимому, целесообразно применять традиционную систему автоматического регулирования, состоящую из датчика, контроллера и исполнительного механизма, что позволит в полной мере получить выгоду от стабилизации расхода удаляемого воздуха всей вытяжной системы вентиляции многоэтажного здания.

Все сказанное справедливо и для стабилизаторов на впускных устройствах в виде оконных или стеновых клапанов.

К сожалению, данные аналогичных исследований систем естественной вентиляции автору не известны, но полученные результаты настоящего аналитического исследования качественно не противоречивы и приблизительно соответствуют известным фактам о системах принудительной вентиляции.

5. Заключение

В результате достигнута цель исследования и решены задачи исследования:

– построена аналитическая модель для изучения влияния отсутствия стабилизатора расхода на одном этажном ответвлении в системе естественной вытяжной вентиляции многоэтажного здания;

– выполнены вычисления и сделаны выводы о том, что с понижением температуры наружного воздуха, возрастание расхода воздуха, в этажном ответвлении которого нет стабилизатора существенно, а расход воздуха на последовательно включенных участках и системы в целом также возрастает, но это увеличение приблизительно в 2 раза меньше, чем при отсутствии стабилизаторов расхода на всех этажных ответвлениях, что дает возможность при устройстве таких систем осознано делать выбор о применении стабилизации расхода воздуха.

Список литературы / References

1. Guo P., Wang S., Xu B., Meng Q., Wang Y. Reduced-scale experimental model and numerical investigations to buoyance-driven natural ventilation in a large space building//Building and Environment. 2018. Vol. 145. P. 24–32. DOI.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.019.
2. Yang D., Guo Y. Fluctuation of natural ventilation induced by nonlinear coupling between buoyancy and thermal mass// International Journal of Heat and Mass Transfer. 2016. Vol. 96. P. 218–230. DOI.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.01.017.
3. Shan M., Wang P., Li J., Yue G., Yang X. Energy and environment in Chinese rural buildings: situations, challenges, and intervention strategies // Build. Environ. 2015. Iss. 91. P. 271–282. DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.03.016.
4. Peizhe T., Liang L., Liguo Z., Boyuan Z. Field Measurement & Research on Natural Ventilation Performance of the New East-Main Building of China // Academy of Building Research (CABR): 8-th International Cold Climate HVAC 2015 Conference (CCHVAC 2015). Procedia Engineering 146. 2016. P. 257– 265. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.06.385.
5. Baxevanou C., Fidaros D., Tsangrassoulis A. Management of Natural Ventilation in High-Rise Building – a CFD Study// Procedia Environmental Sciences. 2017. Vol. 38. P. 428–435. DOI:10.1016/j.proenv.2017.03.128.
6. Shopayeva A., Safiullin, R. CFD-modeling of flow in confluence nodes of ventilation units of multi-storey buildings. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 890(1). DOI:10.1088/1757-899X/890/1/012157.
https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/890/1/012157/pdf. (Дата обращения 8.09.2022).
7. Зиганшин А.М., Озеров А.О., Солодова Е.Э. Численное исследование течения в П-образном отводе и снижение его сопротивления.// Изв. вузов. Строительство. 2019, №1. С. 82– 92.[Ziganshin A. M., Ozerov A. O., Solodova E. E. Numerical study of the flow in a U-bend and reduction of its resistance //Izv. Vuzov. Stroitelstvo. 2019. № 1. P.82–92.].
8. Heracleous C., Michael A. Experimental assessment of the impact of natural ventilation on indoor air quality and thermal comfort conditions of educational buildings in the Eastern

Mediterranean region during the heating period //Journal of Building Engineering 2019. Vol. 26. P. 1–15. DOI:10.1016/j.jobe.2019.
9. Скрябин В. И., Старостин Е. Г. Исследование скорости потока воздуха в системах естественной вентиляции жилого здания в зимних условиях // Вестник Северо-Восточного федерального университета. 2011. Т. 8. № 4. С. 56–59. [Skryabin V. I., Starostin E. G. Study of the air flow rate in natural ventilation systems of a residential building in winter conditions // Vestnik Vostoshnogo federalnogo universiteta. 2011. Vol. 8. № 4. P. 56–59.].
10. Летушко В. Н., Низовцев М. И., Стерлягов А. Н. Естественная вентиляция помещений приточными воздушными клапанами: Сб. докладов. Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий. 2017. С. 129–136. [Letushko V. N., Nizovtsev M. I., Sterlyagov A. N. Natural ventilation of premises with supply air valves: Collection of reports. Energo- i resursoeffektivnost maloetajnyh jilyh zdanyi. 2017. P. 129–136.].
11. Бодров В. И., Болдин В. П., Кузин В. Ю. Исследование применения приточных и вытяжных устройств в системах естественной вентиляции современных многоквартирных домов // Приволжский научный журнал. 2019. № 3(51). С. 46–52. [Bodrov V. I., Boldin V. P., Kuzin V. U. Study of the use of supply and exhaust devices in natural ventilation systems of modern apartment buildings// Privoljski nauchnyi jurnal. 2019. № 3(51). P. 46–52.].
12. Симбирев О. В. Анализ распределения воздушных потоков в жилых комнатах с приточными подоконными клапанами при помощи математического моделирования в ANSYS FLUENT // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2019. № 10. С. 67–73. DOI: 11.34031/article_5db3dd4c28ecd1.47038631.[Simbirev O.V. Analysis of the distribution of air flows in living rooms with inlet window sill valves using mathematical modeling in ANSYS FLUENT// Vestnik BGTU im. V. G. Shuhova. 2019. № 10. P. 67–73.].
13. Кривошеин А. Д., Кривошеин М. А. Моделирование распределения воздушных потоков и температур в помещениях с приточными устройствами различного типа// Светопрозрачные конструкции. 2019. № 5-6. С. 40–48. [Krivoshein A. D., Krivoshein M. A. Modeling the distribution of air flows and temperatures in rooms with air inlets of various types//Svetoprosrachnye konstruktsii. 2019. № 5-6. P. 40–48.].
14. Стабилизатор расхода воздуха : пат. 2689295 Рос. Федерация; № 2018117980 заявл. 14.05.2018 ; опубл. 24.05.2018, Бюл. № 15. 4 с. [Air flow stabilizer : patent 2689295 of the Rus. Federation : № 2018117980 ; decl. 14.05.2018 ; publ. 24.05.2018, Bull. in № 15. 4 p.].
15. Стабилизатор расхода воздуха : пат. Рос. Федерация 2773592; № 2021130341; заявл. 19.10.2021; опубл. 06.06.2022, Бюл. № 16. 4 с. [Air flow stabilizer : patent 2773592 of the Rus. Federation : № 2021130341 ; decl. 19.10.2021; publ. 06.06.2022, Bull. in № 16. 4 p.].
16. Бройда В. А. Экономия тепловой энергии за счет стабилизации расхода естественной вытяжной вентиляции // Изв. вузов. Строительство. 2012. № 10. С. 54–58. [Broida V. A. Saving thermal energy by stabilizing the flow of natural exhaust ventilation //Izv. Vuzov. Stroitelstvo. 2012. № 10. P.54–58.].
17. Посохин В. Н. Аэродинамика вентиляции. М.: «Авок-пресс», 2008. 209 с. [Posohin V. N. Ventilation aerodynamics. M.: «Avok-press». 2008. 209 p.].

Информация об авторах

Бройда Владимир Аронович, кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская федерация.
E-mail: broida@mail.ru

Information about the authors

Vladimir A. Broida, candidate of technical sciences, associate professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation.
E-mail: broida@mail.ru

УДК: 628.16
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_52
EDN: IKRONF

Очистка природных вод от борат-ионов с применением ионного обмена

А.В. Бусарев[1], И.Г. Шешегова[1]
[1]Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи*. Очистка природных вод от соединений бора имеет научную актуальность, поскольку позволяет решать проблему обеспечения населения качественной питьевой водой. Одним из способов очистки природных вод от бора является метод ионного обмена.
Целью работы является проведение исследований по удалению бора из воды с использованием напорных ионообменных фильтров.
Задачи работы: изучить процессы очистки борсодежащих вод в напорных ионообменных фильтрах с различными ионитовыми смолами; определить влияние скорости фильтрования на эффективность очистки; определить влияние давления в напорных фильтрах на эффективность очистки.
Результаты. Основные результаты исследований состоят в том, что определена эффективность очистки воды от борат-ионов на различных ионитах, определено влияние скорости фильтрования и давления в напорных фильтрах для очистки борсодержащих вод. С учетом результатов исследований разработана установка для подготовки воды содержащей повышенные концентрации бора для хозяйственно-питьевых нужд.
Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли заключается в улучшении качества подготовки борсодержащих подземных вод. Определены наиболее эффективная ионитовая загрузка и технологические параметры очистки борсодержащих вод в напорных ионообменных фильтрах. Лучший результат (эффект очистки 71-87%) показал ионит марки Гранион Д403. Исследования показали, что рост скорости фильтрования в ионообменных фильтрах уменьшает эффективность их работы, а увеличение давления на входе в ионообменный фильтр на эту величину влияния не оказывает. Разработана установка для подготовки подземных вод с содержанием бора до 2,3 мг/л производительностью 200 $м^3$/сут.

Ключевые слова: борсодержащие воды, борат-ионы, удаление бора из подземных вод, методы удаление бора из подземных вод, ионный обмен, ионообменный фильтр, ионообменная смола.

Для цитирования: Бусарев А.В., Шешегова И.Г. Очистка природных вод от борат-ионов с применением ионного обмена //Известия КГАСУ. 2023 . №1(63), с. 52-60,
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_52, EDN: IKRONF

Purification of natural waters from borate ions using ion exchange

A.V.Busarev[1], I.G.Sheshegova[1]
[1]Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

Abstract: *Problem statement.* Purification of natural waters from boron compounds is of scientific relevance, since it allows solving the problem of providing the population with high-quality drinking water. One of the ways to purify natural waters from boron is the ion exchange method.

The aim of the work is to conduct research on the removal of boron from water using pressure ion-exchange filters.
The objectives of the work are: to study the processes of purification of boron-containing waters in pressure ion-exchange filters with various ion-exchange resins; to determine the effect of filtration rate on the cleaning efficiency; to determine the effect of pressure in pressure filters on the cleaning efficiency.
Results. The main results of the research are that the efficiency of water purification from borate ions on various ion exchangers is determined, the influence of filtration rate and pressure in pressure filters for the purification of boron-containing waters is determined. Taking into account the results of the research, a plant for the preparation of water containing high concentrations of boron for household and drinking needs has been developed.
Conclusions. The significance of the obtained results for the construction industry consists in improving the quality of the preparation of boron-containing groundwater. The most effective ion-exchange loading and technological parameters of purification of boron-containing waters in pressure ion-exchange filters have been determined. The best result (cleaning effect 71-87%) was shown by Granion D403 brand ion exchanger. Studies have shown that an increase in the filtration rate in ion-exchange filters reduces the efficiency of their work, and an increase in pressure at the inlet to the ion-exchange filter does not affect this value. An installation for the preparation of groundwater with a boron content of up to 2.3 mg/l with a capacity of 200 m^3/day has been developed.

Keywords: boron-containing waters, borate ions, removal of boron from groundwater, methods for removing boron from groundwater, ion exchange, ion exchange filter, ion exchange resin.

For citation: Busarev A.V., Sheshegova I.G. Purification of natural waters from borate ions using ion exchange // News KSUAE. 2023. № 1 (63), p. 52-60, DOI:10.52409/20731523_2023_1_52, EDN: IKRONF

1. Введение.

Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой остается весьма актуальной задачей [1]. Особое внимание последнее время стало уделяться вопросам обработки природных вод с целью извлечения соединений бора, которые на традиционных очистных сооружениях удалить невозможно. Под бором понимается совокупность борсодержащих форм борной кислоты и боратных анионов, суммарное содержание которых пересчитывается на бор.

Бор, в соответствии с нормативной классификацией СанПиН 1.2.3685-21 по санитарно-токсикологическому признаку относится ко второму классу опасности и к классу условно-эсенциальных, иммунотоксичных микроэлементов [2]. Многочисленные исследования подтверждают неблагоприятное воздействие избыточного содержания борат-ионов на здоровье человека. Увеличение содержания бора в воде хозяйственно-питьевого назначения негативно влияет на пищеварительную и имунную систему, компоненты крови и роста [3], сосуды головного мозга, вызывает нарушение солевого обмена веществ [4]. Увеличение концентрации бора в питьевой воде приводит к ухудшению состояния пищеварительного тракта, негативно влияет на процессы пищеварения, ухудшает работу печени и почек, центральной нервной системы. Увеличение концентрации бора в крови вызывает интоксикацию, поражение кожного покрова, облысение [5].

Бор поступает в подземные воды из осадочных пород насыщенных бором, таких как амарит, бура, борацит и калибарит. Бор присутствует в нефтепромысловых водах, морской воде, водах соленых и термальных источников. Бор поступает в воду при добыче полезных ископаемых, при сжигании угля, биомассы и отходов [4], со сточными водами различных промышленных предприятий [5], со стоками, содержащими СПАВ, с поверхностными стокам сельхозугодий применяющих борные удобрения [3, 5, 6]. Повышенную концентрацию бора может содержать вода опресненная методом обратного осмоса [7].

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 содержание бора в питьевой воде не может быть выше 0,5 мг/л. Такие же требования к содержанию бора в питьевой воде предъявляет и Всемирная Организация Здравоохранения. В ЕС эта величина не может превышать 1,0 мг/л. Разные страны и регионы сформулировали свои стандарты на основе рекомендаций ВОЗ в соответствии со своими условиями.

Содержание бора в природных источниках в РФ обычно составляет 0,01-7,0 мг/л [5]. В ряде подземных источников Центрального района, Южного Урала, Западной Сибири концентация бора может превышать нормативные показатели в 6-10 раз [4]. Такая вода при использовании ее для питьевого водоснабжения несет потенциальную угрозу для здоровья населения.

Бор в природной воде присутствует в виде анионов борных кислот. При активной реакции pH до 6 он находится в воде в виде H_2BO_3, в нейтральной среде – в виде полиборных кислот, при pH более 12 – в состоянии HBO_2 [2, 8].

Трудность удаления бора в процессе водоподготовки связаны с высокой растворимостью борной кислоты и ее плохой окисляемостью [3].

Для извлечения из воды бора используются [3-6, 8]:

– методы осаждение и коагуляция (электрокоагуляция);

– метод сорбции;

– мембранное разделение;

– метод ионного обмена.

Эффективность методов обезборивания возрастает с увеличением активной реакции обрабатываемой воды [4-6].

Метод осаждения основан на переводе бора в нерастворимые соединения под действием реагентов с последующим их осаждением. Данный метод применяется для обработки воды с высоким содержанием бора (более 1 г/л) [4] и для очистки воды с большим количеством сопуствующих примесей. В качестве реагентов применяются коагулянты (соли алюминия $Al_2(SO_4)_3$ или железа $FeCl_3$, $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$), неорганические (оксид кальция, соединения циркония, соли металлов) и органические осадители бора (поливиниловый спирт, гидроксикарбоновую кислоту, полиэтиленгликоль и др.) [6]. Продолжается поиск новых эффективных реагентов. Так в работе [9] изучался процесс удаления бора из воды с использованием недорогого кальциевого (Ca) осадителя, полученного из использованных отходов раковин устриц. Рекомендуемая при этом pH воды должна быть выше 12 [9]. Исследования по применению электрокоагуляции показали перспективность ее использования для удаления бора [10].

Мембранные технологии позволяют в процессе обессоливания задержать и бор. Но несмотря на высокую эффективность обессоливания обратным осмосом (до 99%), эффективность удаления бора составляет всего 40-60% [3, 6]. Борселективность мембран зависит от pH и температуры. Эффективность удаления бора в процессе электродиализации в основном зависит от типа мембраны, напряжения, значение pH, солесодержания и скорость потока и не зависят от времени [3, 11]. Так при оптимальных условиях с помощью AFN-мембраны может быть удалено 88,8% бора [3]. Результаты применения борселективной электродеионизации свидетельствуют о возможном снижении концентрации бора на 94-100% [3, 11]. Недостатком мембанных технологий является достаточно большой расход электроэнергии

В качестве сорбентов для извлечения борат- ионов из воды используются диоксиды циркония и кремния, оксид алюминия [6, 12]. Этот метод применяется при концентрации ионов бора до 10 мг/л [4]. Наиболее эффективно данный процесс протекает при pH = 7-10. Этот метод позволяет удалить не более 60% борат-ионов [12]. Продолжается исследования по поиску новых сорбентов. Так был получен сорбент GO/ZIF-67 адсорбционная емкость которого по бору при 25°C составляет до 66,65 мг/г [13]. Результаты исследований наночастиц оксида меди (CuO) в качестве адсорбента показали, его перспективность в удалении бора [14].

Наиболее перспективным способом извлечения из воды борат-ионов является ионный обмен на борселективных ионитах [15]. Данные иониты отличаются механической прочностью, высокой химической стойкостью, обладают высокой

эффективностью регенерации. Преимуществом метода ионного обмена является то, что он практически не влияет на химический состав воды. Недостаток метода – необходимость восстановления ионнообменной способности ионитовых смол. Для этой цели периодически проводится регенерация смолы.

Продолжаются исследования по использованию известных загрузок для удаления бора, а также по получению новых эффективных материалов. Так применение борселективной смолы (BSR) показало, что удаление бора составляет 89,6% [16]. Лучшие результаты удаления бора получены при pH=11. Авторами статьи [17] предлагается для извлечения из воды борной кислоты применять последовательную двухступенчатую очистку. На первой ступени очистки происходит удаление основной части катионов с использованием катионита КУ-2-8, на второй ступени - восстановление борной кислоты слабоосновным анионитом АН-31. Сорбционная емкость исследованных ионитов возрастает в следующей последовательности АВ-17-8 < ЭДЭ-10П < АН-31 [17]. Исследованы способности к боратному обмену ионнообменные смолы Purolite NRW600 [18], Purolite S108 [7, 19-21], Purolite A200 [20], Dowex 1x8 [20], LSC-800 [22], Amberlite IRA743 [7, 21], Diaion CBR05 [7, 21]. Сегодня в РФ создаются новые иониты с высокой селективностью и эффектом отделения борат-ионов от воды [4].

Проводятся изыскания направленные на совместное удаление бора и других веществ. Исследование по кондиционированию подземных вод, содержащих бор, железо и бром отражено в работе [23]. Успешным оказалось совместное удаление бора и мышьяка электрокоагуляцией и ионным обменом [24]. Для совместного удаления бора и кремния был получен новый адсорбент диольного типа (Т-смола), который показал хорошие адсорбционные свойства и для бора и для кремния в широком диапазоне pH (pH=2-10). Максимальные адсорбционные емкости по бору и кремнию составили 21,25 мг/г и 8,36 мг/г соответственно [25]. Полученные на основе ионита марки Amberlite XAD-4 новые хелатирующие смолы 1PTN и 2PTN показывают высокую эффективность при совместном удалении бора и мышьяка. Смола 1PTN показала максимальное удаление бора на 64% , мышьяка на 18%, смола 2PTN - бора более 96%, мышьяка на 97% [26].

Проводились опыты по возможному извлечению борат-ионов из воды методом экстракции [6].

Содержание бора при подготовки питьевой воды может быть снижено новым экологически безопасным методом, основанный на фиторемедиационной способности комбинации хитозана и ряски (Lemna gibba L.) [27].

Ввиду ограничений применения каждого метода обезборивания преспективным направлением исследований является сочетание нескольких технологий [6].

Извлечение бора из воды является важной технической проблемой, для решения которой необходимы дополнительные исследования.

Целью работы является очистка природных вод от бора с использованием напорных ионообменных фильтров.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- изучить процессы очистки борсодежащих вод в напорных ионообменных фильтрах с различными ионитовыми смолами;
- определить влияние скорости фильтрования на эффективность очистки;
- определить влияние давления в напорных фильтрах на эффективность очистки.

2. Материалы и методы

Исследования процессов очистки воды по удалению бора с помощью ионообменых напорных фильтров проводились на экспериментальной установке, схема которой представлена на рис. 1.

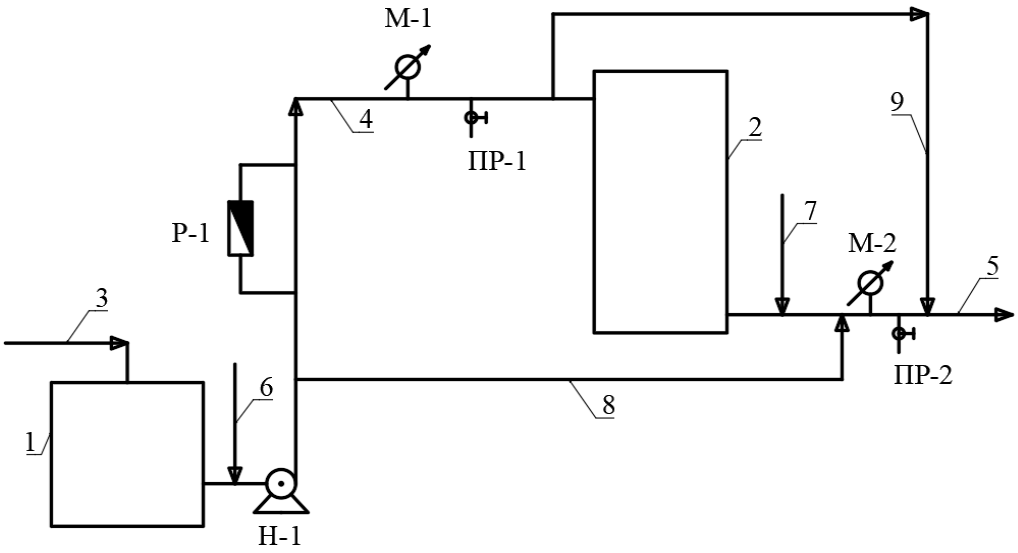


Рис. 1. Схема экспериментальной установки (иллюстрация авторов)
Fig. 1. Scheme of the experimental setup (illustration by the authors)

Данная установка состоит из резервуара исходной воды 1, напорного ионообменного фильтра 2, насоса Н-1, соединительных трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры и контрольно-измерительных приборов.

Водопроводная вода по трубопроводу 3 поступает в емкость исходной воды, откуда по трубопроводу 4 насосом Н-1 подается в ионообменный фильтр 2. Расходомер Р-1, установленный на трубопроводе 4, контролирует расход воды поступающей на ионнообменный фильтр 2. Раствор с борат-ионами подается во всасывающую линию насоса Н-1 по трубопроводу 6. Очищенная в ионобменном фильтре вода по трубопроводу 5 сбрасывается в канализацию. На входе в фильтр и на выходе из него предусмотрены манометры М-1 и М-2. Для контроля за качеством воды на ионнообменном фильтре предусмотрены пробоотборники ПР-1 и ПР-2. Пробы исходной воды отбирались из пробоотборника ПР-1, а очищенной воды из ПР-2.

Регенерация ионитовой загрузки предусмотрена раствором серной кислоты. Регенерационный раствор подается по трубопроводу 7 насосом-дозатором. Взрыхление и отмывка ионитовой загрузки предусмотрены водопроводной водой, которая подается из емкости 1 по трубопроводу 8 насосом Н-1. По трубопроводу 9 отработанные сточные воды после регенерации направляются в трубопровод 5, по которому отводятся в канализацию.

Высота загрузки ионита в напорном ионообменном фильтре составляла 1 м.

Температура воды определялась с помощью спиртового термометра с ценой деления 0,1°С, активная реакция среды – с помощью pH-метра типа pH-340 с точностью до 0,1, концентрация бора в воде – с помощью флуориметра по ГОСТ 31949-2019, а содержание взвешенных веществ определялось весовым методом [28].

Эффективность очистки водопроводной воды от борат-ионов Э, %, определялась по формуле [29]:

$$Э = \frac{С_б^{исх} - С_б^{оч}}{С_б^{исх}} 100\% \quad (1)$$

где $С_б^{исх}$ – концентрация бора в исходной воде, мг/л;

$С_б^{оч}$ – концентрация бора в очищенной воде, мг/л.

Исследования проводились:

- для ионитов Purolite S-108 (США), Amberlite IRA-743 фирмы Rohm and Haag (США) и Гранион Д403 фирмы SUQINQ (Китай);
- скорость фильтрования от 8 до 20 м/ч;
- давление на входе в напорные ионнообменные фильтры от 2 до 6 кгс/см^2;

- температура исходной воды от +19,7 до +20,2ºС;
- активная реакция воды от 6,9 до 7,3 pH;
- концентрация взвешенных веществ от 1,35 до 1,6 мг/л;
- концентрация бора в исходной воде от 1,1 до 5,55 мг/л.

3. Результаты

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

№	Наименование ионита	T, °C	pH	$V_ф$, м/ч	$C_{в.в.}$, мг/л	Давление, кгс/см^2		$C_Б^{исх}$, мг/л	$C_Б^{оч}$, мг/л	$Э_Б$, %
						на входе в фильтр	на выходе из фильтра			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Purolite S-108	19,8	7,2	8	1,45	2	1,7	1,22	0,25	80
								1,15	0,22	81
								1,30	0,27	79
		19,9	7,3	8	1,4	2	1,7	1,16	0,23	80
								1,14	0,22	81
								1,1	0,2	82
2	Amberlite IRA-743	20,0	7,2	8	1,35	2	1,7	1,18	0,22	81
								1,24	0,23	81
								1,35	0,3	78
		19,7	7,1	8	1,5	2,1	1,8	1,36	0,24	82
								1,2	0,23	81
								1,18	0,25	79
3	Гранион Д403	20,1	7,3	8	1,42	2	1,7	1,42	0,22	85
								1,1	0,14	87
								1,23	0,17	86
		20,0	7,2	8	1,38	2	1,8	1,15	0,16	86
								1,19	0,2	83
								1,31	0,21	84
4	Гранион Д403	20,1	7,3	12	1,4	2	1,8	1,32	0,26	80
		20,1	7,0	16	1,39	2	1,7	1,27	0,3	76
		20,0	7,2	20	1,6	2	1,6	1,4	0,41	71
5	Гранион Д403	19,8	6,9	8	1,55	2	1,7	2,56	0,45	83
		19,9	7,1	8	1,41	2	1,7	4,1	0,61	85
		20,1	7,2	8	1,28	2	1,8	5,55	0,89	84
6	Гранион Д403	19,8	7,3	8	1,37	4	3,7	1,51	0,25	83
		20,2	7,2	8	1,49	6	5,8	1,46	0,26	82

В очищенной воде концентрация борат-ионов не превышала 0,14-0,89 мг/л. Эффект очистки воды от борат-ионов для исследуемых образцов ионитов составил: для S-108 – 79-81%, для IRA-743 – 78-82%, для Гранион Д403 – 71-87%.

4. Обсуждение

Исследования подтвердили эффективность метода ионного обмена для удаления бора из природных вод. Все ионообменные смолы показали хороший эффект очистки от борат-ионов. Лучший результат показал ионит марки Гранион Д403. Эффект очистки от бора при его использовании составил 71-87%.

Полученные результаты исследований хорошо согласуются с работами [16, 26, 30]. В данных работах эффективность очистки от бора составила 64% и 96% [26], 89,6% [16]. 77-78 % [30],

Полученные результаты подтверждают высокую борселективную способность исследованных ионитов, что позволит им быть конкурентноспособными при очистке природных вод от бора.

Исследования показали влияние технологических параметров (скорость фильтрования и давления на входе в фильтр) на эффект удаления борат-ионов из воды. Фильтры должны работать со скоростью 8 м/ч. Рост этой величины уменьшает эффект очистки от борат-ионов. Давление на входе в установку на эффект удаления борат-ионов не оказывает.

Дальнейшая работа будет направлена на разработку установок по удалению борат-ионов из природных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения различных объектов.

5. Заключение

1. Изучены процессы удаления из воды бора в напорных ионообменных фильтрах с различными ионитовыми смолами. Лучшую борселективность показал ионит марки Гранион Д403.
2. Выявлена необходимая скорость фильтрования, которая составила 8 м/ч. Дальнейший ее рост уменьшает эффект очистки от бора.
3. Установлено, что давление на входе в ионообменный фильтр на эффективность удаления борат-ионов не влияет.

Список литературы / References

1. Абитов Р.Н.. Низамова А.Х., Урмитова Н.С. К вопросу о рациональном использовании водоемов: сб. трудов VIII Международного конгресса «Чистая вода. Казань». Казань, 2017. С.20-23. [Abitov R.N., Nizamova A.Kh., Urmitova N.S. To the question of the rational use of water bodies: dig. of art. the VIII International Congress “Pure Water. Kazan». Kazan, 2017. P. 20-23.].
2. Краснов М. С. Очистка воды от бора. Проблемы и особенности // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2010. № 4. С. 64-73. [Krasnov M.S. Purification of water from boron. Problems and features // Vodoochistka. Water treatment. Water supply. 2010. No. 4. P. 64-73].
3. Liu X., Xu C., Chen P., Li K., Zhou Q., Ye M., Lu Y. Advances in technologies for boron removal from water: A comprehensive review // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. 19(17). DOI: 10.3390/ijerph191710671.
4. Алексеев Л. С., Ивлева Г. А., Аль-Амри З. С. Очистка подземных вод питьевого назначения от бора // Вестник МГСУ. 2011. №8. С. 312-315. [Alekseev L. S., Ivleva G. A., Al-Amri Z. S. Purification of underground drinking water from boron // Vestnik MGSU. 2011. No. 8. P. 312-315].
5. Помогаева В. В., Новикова В. Н. Анализ основных методов удаления бора из воды // Российский инженер. 2017. № 2(8). С. 40-44. [Pomogaeva V. V., Novikova V. N. Analysis of the main methods for removing boron from water // Russian engineer. 2017. No. 2(8). P. 40-44].
6. Najid N., Kouzbour S., Ruiz-Garcia A., Fellaou S., Gourich B., & Stiriba Y. (2021). Comparison analysis of different technologies for the removal of boron from seawater: A review // Journal of Environmental Chemical Engineering. 2021. 9(2) DOI: 10.1016/j.jece.2021.105133.
7. Alharati A., Valour J., Urbaniak S., Swesi Y., Fiaty K., Charcosset C. Boron removal from seawater using a hybrid sorption/microfiltration process without continuous addition of resin // Chemical Engineering and Processing - Process Intensification. 2018. Vol 131, P. 227-233. DOI: 10.1016/j.cep.2018.07.019
8. Мещеряков С. В., Гонопольский А. М. Исследование технологической схемы водоподготовки при повышенном содержании бора // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. №10. С. 4-8. [Meshcheryakov S. V., Gonopolsky A. M. Investigation

of the technological scheme of water treatment with high boron level // Ecology and Industry of Russia. 2017. Vol. 21. No. 10. P. 4-8.]

9. Yang-Zhou C., Cao J., Dong S., Chen S., Michael R. N. Phosphorus co-existing in water: A new mechanism to boost boron removal by calcined oyster shell powder // Molecules. 2022. 27(1). DOI:10.3390/molecules27010054
10. Guesmi F., Louati I., Hannachi C., Hamrouni, B. Optimization of boron removal from water by electrodialysis using response surface methodology // Water Science and Technology. 2020. 81(2). P. 293-300. DOI: 10.2166/wst.2020.105
11. Sarıçiçek E. N., Tuğaç M. M., Özdemir V. T., İpek İ. Y., Arar Ö. Removal of boron by boron selective resin-filled electrodeionization // Environmental Technology and Innovation. 2021. 23. DOI: 10.1016/j.eti.2021.101742.
12. Тарасова Н. П., Иванова С. А., Наумов В. Н., Кузнецов В. А., Зайцев В. А. Очистка подземных вод от соединений бора // Экология промышленного производства. 2013. №1. С. 29-32. [Tarasova N. P., Ivanova S. A., Naumov V. N., Kuznetsov V. A., Zaytsev V. A. Purification of groundwater from boron compounds // Ecology of industrial production. 2013. No. 1. P. 29-32.]
13. Hu G., Zhang W., Chen Y., Xu C., Liu R., Han Z. Removal of boron from water by GO/ZIF-67 hybrid material adsorption // Environmental Science and Pollution Research. 2020. 27(22). P. 28396-28407. DOI: 10.1007/s11356-020-08018-6.
14. Mahdavi S., Salehi Z., Zarabi M. Isotherm and kinetic studies for adsorption of boron on nano-copper oxide (cuo) in non-competitive and competitive solutions // Desalination and Water Treatment. 2020. 192. P. 259-270. DOI: 10.5004/dwt.2020.25781
15. Селюгин А. С., Гареев Б. М., Каюмов Ф. Ф. К вопросу использования нанотехнологий для глубокой очистки: материалы II Международной научно-практической конференции – Современные проблемы развития фундаментальных и прикладных наук. Т2. Прага: издательский дом «Science of European». 2017. С. 12-17. [Selyugin A. S., Gareev B. M., Kayumov F. F. On the issue of using nanotechnologies for deep cleaning: materials of the II International scientific-practical conference - Modern problems in the development of fundamental and applied sciences. Vol. 2. Prague: publishing house "Science of European". 2017. P. 12-17.]
16. Hameed S., Awad H. A., Al-Uqaily R. A. H. Boron removal from seawater using adsorption and ion exchange techniques // Ecology, Environment and Conservation. 2020. 26(2), P. 480-487.
17. Belova T. P., Ershova L. S. Boron concentration by industrial anion exchanger resins from model solutions in a dynamic mode // Heliyon. 2021. 7(2). DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06141.
18. Pátzay G., Dobor J., Csonka E., Lozsi G., Feil F. Boron removal from aqueous solutions by strong base anion-exchange resin batch and column experiments // Periodica Polytechnica Chemical Engineering. 2021. 65(3). P. 424-430. DOI: 10.3311/PPch.17169.
19. Korkmaz M., Özmetin C., Özmetin E., Süzen Y. Modelling of boron removal from solutions by ion exchange for column reactor design in boron mine wastewater treatment // Desalination and Water Treatment. 2020. 179, P. 63-74. DOI: 10.5004/dwt.2020.25041.
20. Kalaitzidou K., Tzika A. M., Simeonidis K., Mitrakas M. Evaluation of boron uptake by anion exchange resins in tap and geothermal water matrix // Materials Today: Proceedings. 2018. 5(4). P. 27599-27606. DOI: 10.1016/j.matpr.2018.09.080.
21. Alharati A., Swesi Y., Fiaty K., Charcosset C. Comparison of boron removal by ion-exchange resin in column and hybrid membrane process // Desalination and Water Treatment. 2018. 129. P. 34-42. DOI: 10.5004/dwt.2018.22805
22. Duan J., Zhao Y., Fang H., Zhang Z., Chen J., Lin J., Dong J. Removal of boron from aqueous solution by ion exchange resin LSC–800: Batch and column studies // Desalination and Water Treatment. 2018. 105. P. 181-188. DOI: 10.5004/dwt.2018.21788.
23. Govorova Z. M. Conditioning technology for underground water complex of water for drinkable small settlements // Water and Ecology. 2017. (1) P. 3-12. DOI:10.23968/2305-3488.2017.19.1.3-12.
24. Kobya M., Öncel M. S., Demirbas E., Celen M. Arsenic and boron removal from spring and groundwater samples in boron mining regions of turkey by electrocoagulation and ion-

exchange consecutive processes // Desalination and Water Treatment. 2017. 93. P. 288-296. DOI: 10.5004/dwt.2017.20821.
25. Bai S., Han J., Du C., Li J., Ding W. Removal of boron and silicon by a modified resin and their competitive adsorption mechanisms // Environmental Science and Pollution Research. 2020. 27(24). P. 30275-30284. DOI: 10.1007/s11356-020-09308-9.
26. Cyganowski P., Şen F., Altıok E., Wolska J., Bryjak M., Kabay N., Yüksel M. Surface-activated chelating resins containing N-methyl-D-glucamine functional groups for desalination of geothermal water aimed for removal of boron and arsenic // Solvent Extraction and Ion Exchange. 2021. 39(5-6), P. 584-603. DOI: 10.1080/07366299.2021.1876385.
27. Türker O. C., Baran T. A combination method based on chitosan adsorption and duckweed (lemna gibba L.) phytoremediation for boron (b) removal from drinking water // International Journal of Phytoremediation. 2018. 20(2). P. 175-183. DOI: 10.1080/15226514.2017.1350137
28. Калицун В. И., Ласков Ю. М. Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод. М.: Стройиздат. 2000. 272с. [Kalitsun V. I., Laskov Yu. M. Laboratory workshop on water disposal and wastewater treatment. Moscow: Stroyizdat. 2000. 272 p.].
29. Ласков Ю. М., Воронов Ю. В., Калицун В. И. Примеры расчетов канализационных сооружений. М.: Альянс. 2008. 255 с. [Laskov Yu. M., Voronov Yu. V., Kalitsun V. I. Examples of calculations of sewerage structures. M.: Alyans. 2008. 255 p.].
30. Adeyi A. A., Jamil S. N. A. M., Abdullah L. C., Ibrahim, N. N. L. N., Nourouzi M. Efficient sequestration of boron from liquid phase by amidoxime-functionalized poly(acrylonitrile-co-acrylic acid) // Experimental and modelling analyses. Water Science and Technology. 2022. 85(10), P. 3055-3071. DOI: 10.2166/wst.2022.162

Информация об авторах

Бусарев Андрей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация.
E-mail: reder100@myrambler.ru
Шешегова Ирина Геннадьевна, старший преподаватель, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
E-mail: ig-7@mail.ru

Information about the authors

Andrey V. Busarev, candidate of the technical sciences, associate professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
E-mail: reder1@myrambler.ru
Irina G. Sheshegova, senior lecturer, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
E-mail: ig-7@mail.ru

УДК: 72.01
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_61
EDN: ILVVEH

Принципы организации жилой архитектурной среды в условиях пост-пандемийных изменений

Е.В. Осипова[1], Г.Н. Айдарова[2], В.Н. Куприянов[2], ИлизарТ. Мирсаяпов[2]
[1]ООО «ОФИС ДЕ»
[2]Казанский государственный архитектурно-строительный университет
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. *Постановка задачи*. Жилая архитектурная среда – один из главных факторов, определяющих физическое и психологическое здоровье человека. Пандемия COVID-19 поставила под сомнение существующие подходы к организации жилищной архитектуры. Цель исследования – выявление основных принципов организации жилой среды в условиях пост-пандемийных изменений. Задачи работы включают: анализ теоретических исследований и проектных разработок зарубежных и отечественных архитекторов; анализ функционально-планировочных приемов организации жилой среды и классификацию проектных решений на уровне открытых и закрытых пространств.

Результаты. В результате анализа теоретических исследований и проектных разработок в области жилищной архитектуры на основе выявленных подходов организации защищенной жилой среды, целостном, системном видении природных процессов и новейших технологий выявлены приемы и принципы формирования жилой среды на уровнях: организации городских пространств, открытых локальных жилых пространств (двор), закрытых пространств (подъезд, квартира). Среди них принципы: шаговой доступности, максимального озеленения, многофункциональности, вариантности, трансформации, адаптивности, бесконтактности, минималистичности и ресурсосберегаемости и автономности, эстетический и психологический принципы, а так же существующий в нормах проектирования санитарно-гигиенический аспект, который становится приоритетным и одним из ведущих принципов проектирования. Разработана таблица приемов и принципов проектирования жилой среды, применимых в условиях пост-пандемийных изменений как инструмент для использования в проектной практике.

Выводы. Сформулированные принципы и приемы архитектурной организации жилой среды позволяет создавать модели и на их основе проектные решения, применимые в условиях происходящих и будущих пост-пандемийных изменений.

Ключевые слова: жилищная архитектура, безопасная жилая среда, функционально-планировочные приемы, принципы организации жилой среды в условиях пост-пандемийных изменений.

Для цитирования: Осипова Е.В., Айдарова Г.Н., Куприянов В.Н., Мирсаяпов Илизар Т. Принципы организации жилой архитектурной среды в условиях пост-пандемийных изменений // Известия КГАСУ. 2023. №1(63), с.61-72,
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_61, EDN: ILVVEH

Principles of organizing a residential architectural environment in the context of post-pandemic changes

E.V. Osipova[1], G.N. Aidarova[2], Kupriyanov V.N. [2], Mirsayapov Ilizar.T. [2]
[1]LLC «OFFICE DE»
[2]Kazan State University of Architecture and Engineering,
Kazan, Russian Federation

Abstract. *Problem statement.* The residential architectural environment is one of the main factors determining the physical and psychological health of a person. The COVID-19 pandemic has called into question existing approaches to the organization of domestic architecture. The purpose of the study is to identify the basic principles of organizing the living environment in the context of post-pandemic changes. The objectives of the work are the study of theoretical and practical materials on the topic of research, the classification of approaches at the level of open and closed living spaces.
Results. As a result of the analysis of theoretical research and design developments in the field of domestic architecture, based on the identified approaches to organizing a protected residential environment, a holistic, systematic vision of natural processes and the latest technologies, methods and principles for the formation of a residential environment were identified at the levels: organization of urban spaces, open local residential spaces (yard), closed spaces (entrance, apartment). Among them are the principles of walking distance, maximum landscaping, versatility, variability, transformation, adaptability, non-contact, minimalism and resource conservation, as well as sanitary, hygienic, aesthetic and psychological principles.
Conclusions. The formed principles and techniques of the architectural organization of the residential environment allow us to create models and design solutions applicable in the conditions of future post-pandemic changes.

Keywords: domestic architecture, safe living environment, post-pandemic changes, functional planning techniques, principles of organization of the living environment.

For citation: Osipova E.V., Aidarova G.N., Kupriyanov V.N., Mirsayapov Ilizar.T. Principles of organizing a residential architectural environment in the context of post-pandemic changes // News KSUAE. 2023. №1(63), p. 61-72, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_61, EDN: ILVVEH

1. Введение

Современное понятие «жилая архитектурная среда» включает как собственно жилище, так и внешние пространства, находящиеся в непосредственной близости от домов: дворы, скверы, улицы, переулки, где реализуются повседневные потребности жителей [1]. Сложившиеся в крупных городах жилые комплексы и жилые районы, спроектированные согласно существующим нормам и требованиям, оказались недостаточно надежными в условиях новых непредвиденных обстоятельств социальной жизни. Пандемия 2019-го года показала новый уровень проблем в архитектурной организации среды жизнедеятельности общества. В статье рассматриваются закрытые и открытые пространства с точки зрения выявления новых подходов к созданию безопасной жилой среды.

В сложившихся условиях формируется новая реальность и потребности, которые должны привести к появлению новых стандартов наполнения открытых и закрытых жилых пространств. Понятие «комфортная архитектурная среда» стало неотделимым от понятия «здоровая архитектурная среда», которая неразрывно связана с состоянием природы – разнообразием животного и растительного мира, состоянием качества воздуха и питьевой воды. Главными ценностями становятся: семья, забота о здоровье, безопасность, экологичность, сохранение национальных традиций и наличие развитой инфраструктуры. В разные периоды истории различные кризисы вызывали критическую переоценку в отношении решений архитектурных пространств. По словам Нормана

Фостера, угроза заражения ускоряет внедрение неизбежных трансформаций в искусственной среде. Например, в XIV веке бубонная чума повлияла на изменения в городской структуре эпохи Возрождения – очистка и расширение жилых и общественных помещений, создание первых карантинных зон. Холера и брюшной тиф повлияли на движение за санитарную реформу – развитие систем канализации и водоснабжения потребовало проектировать улицы более широкими и ровными. В XX веке вспышки туберкулеза, тифа, полиомиелита и испанского гриппа способствовали городскому планированию, расчистке трущоб, реформе многоквартирных домов и управлению отходами [2].

В данный период глобального кризиса появилась необходимость в жилище, которое может эффективно обеспечить социальную изоляцию и защиту от вирусов и инфекций, так как люди проводят все больше времени в закрытых пространствах. По мнению исследователей, вспышка заболевания произошла не в первый и не в последний раз, поэтому подход к организации защищенной жилой среды, скорее всего, потребует дальнейших теоретических и практических разработок. Произошли значительные перемены в повседневной жизни общества: самоизоляция, дистанционное образование и удаленная работа, ограничение массовых мероприятий, дигитализация культурной жизни на фоне повышенного внимания к своему здоровью. Настоящее стало небезопасным для человека, а будущее труднопрогнозируемым. Необходимость социального дистанцирования, увеличение продолжительности пребывания в собственном безопасном жилище поставили под сомнение существующие в архитектурной практике принципы проектирования. Повсеместно современные архитекторы и градостроители стали искать планировочные средства для защиты жилой среды – развитие получила тема экологичности и осознанного потребления [3]. Поэтому важной задачей становится пересмотр принципов организации жилищной среды в условиях пост-пандемийных изменений, создание моделей жилищ завтрашнего дня, когда вирусы и эпидемии станут частью нашей реальности.

Айдарова Г.Н. проводит анализ текущих проблем архитектурной среды и тенденций, учитывающих фактор COVID-19, отмечает необходимость радикальных трансформаций функциональных, типологических и эстетических характеристик [4].

Spennemann D.H. утверждает, что наличие гибких планировок, способных обеспечить пространство для самоизоляции, и организация дополнительных защитных пространств с системами фильтрации воздуха между внешней средой и квартирой, являются необходимым приемом при организации жилой в условиях пост-пандемийных изменений [5].

Megahed N.A. отмечает важность использования цифровых технологий и бережного отношения по отношению к природе и ресурсам при планировании постковидной архитектурной среды [6].

Мальцева И.Н. формулирует характеристики, которыми должен обладать устойчивый жилой комплекс в постковидный период, подтверждает необходимость формирования жилой архитектурной среды, которая сомасштабна человеку и отвечает на новые запросы общества [7].

Amerio A., Brambilla A., Morganti A., Aguglia A., Bianchi D., Santi F., Costantini L., Odone A., Costanza A., Signorelli C., Serafini G., M., Capolongo S. на основе проведенного опроса выявили, что состояние жилищных условия напрямую связано с психологическим состоянием человека. Поэтому стратегии проектирования жилой среды должны быть сосредоточены на увеличении площади жилища и наличии зеленых зон [8].

А. Клочко отмечает, что в контексте происходящих глобальных социально-экономических изменений вырастает необходимость модернизации традиционных моделей проектирования жилой среды [9].

Salama A.M. утверждает о необходимости применения междисциплинарного подхода при создании жилой архитектурной среды [10].

Кочуров Б.И., Блинова Э.А., Ивашкина И.В. выявляют особенности развития городов после пандемии коронавируса. Уменьшение плотности застройки и ее разнообразие, создание социо-природной среды с помощью ландшафтного планирования и проектирования позволят адекватно реагировать на различного рода инфекции [11].

Влияние окружающей среды на состояние человека в своих исследованиях доказал Никос А. Салингарос, утверждая, что за счет взаимодействия с природой в архитектурной среде можно эффективно устранить стресс и беспокойство, основываясь на принципах организации здоровой архитектурной среды [12].

Проектные разработки, относящиеся к проблемам формирования безопасной жилой среды на уровне градостроительного и объемно-планировочного проектирования, проекты выполнены такими авторами и архитектурными студиями как: Guallart architects, Adrian Emanuel, Matt Casaverde, Stefan Al Architects, Studio Belem, Пьеро Лиссони.

Целью исследования является определение принципов организации жилой архитектурной среды в условиях пост-пандемийных изменений.

В задачи исследования входят:

- анализ теоретических исследований и проектных разработок зарубежных и отечественных архитекторов;
- анализ функционально-планировочных приемов организации жилой среды и классификация проектных решений на уровне открытых и закрытых пространств.

2. Материалы и методы

В статье использованы материалы зарубежных и отечественных научных исследований и проектных разработок, опубликованные в открытой печати. Методика исследования основана на изучении текстового, графического и проектного материалов, опубликованных в профессиональных информационных источниках. В ходе исследования применен комплексный подход к решению поставленных задач. Методами историко- архитектурного анализа и систематизации выявлен теоретический подход к организации защищенной жилой среды, целостном, системном видении природных процессов и новейших технологий. Исследование опыта проектных решений в зарубежной и отечественной практике проведено методами выборки, структурного анализа и классификации на уровне открытых городских, открытых локальных и закрытых жилых пространств, что позволило определить функционально-планировочные приемы и принципы организации жилой среды в условиях пост-пандемийных изменений, которые представлены в авторской таблице, удобной для практического применения.

3. Результаты

Результаты сводного анализа теоретических исследований и проектных материалов с последующей их корреляцией позволил выявить некоторые подходы, приемы и принципы организации жилой архитектурной среды. На основе подхода к организации защищенной жилой среды, целостном, системном видении природных процессов и новейших технологий выявлены приемы и принципы формирования жилой среды на уровнях: организации городских пространств (улица), открытых локальных жилых пространств (двор), закрытых пространств (подъезд, квартира). Разработана таблица приемов и принципов проектирования жилой среды, применимых в условиях пост-пандемийных изменений как инструмент для использования в проектной практике (таблица 1).

Принцип трансформации. На градостроительном уровне наиболее популярной является концепция дезурбанизации. Ее суть заключается в переселении части людей из городов на окраины, впоследствии город станет более безопасным и гигиеничным за счет понижения плотности будущей застройки. Следование данному подходу позволит преобразить городские пригороды и деревни и снизить стоимость городского жилища. Однако сегодня влияние плотности на социальное взаимодействие остается спорным вопросом утверждает Ричард Флорида - социолог и экономист, - опираясь на исторические факты и опыт прошлых пандемий [13]. Невозможность отказа от плотнонаселенных городских пространств сейчас очевидна, поэтому важно трансформировать жилую городскую структуру с сохранением плотности ее застройки [14].

Принцип пешей доступности. При формировании жилой среды необходимо учитывать такие требования как пешая доступность. Наиболее востребованной на сегодняшний день является концепция 15-минутного города, предложенная урбанистом Карлосом Морено. В основе идеи – пешеходная доступность всех жизненно важных структур города, разнообразие застройки и функций. Данный подход будет актуален не только для жизни во время коронавируса, но и в условиях пост-пандемийных изменений. В том числе важно обеспечить наличие сети велосипедных и пешеходных улиц, так как доказано, что ходьба является полезной для физического и психического здоровья человека.

Стоит обратить внимание на недооцененные идеи формирования жилища прошлого, которые должны быть проанализированы в свете современных научных знаний. Концепция шаговой доступности близка по смыслу с домами-коммунами, возникшими в 1920-х годах, однако отличительной чертой является причина внедрения данного подхода – в советский период для экономии времени для производственных задач и создания «нового массового человека», а сегодня для обеспечения комфортной жизни. Примером является жилище переходного типа дом Наркомфина, спроектированный в 1928 году архитекторами Моисеем Гинзбургом, Игнатием Милинисом и инженером Сергеем Прохоровым. Задачами проекта было экономичное расселение различных по составу и возрастным характеристикам семей, внедрение системы обслуживания, создание высоких санитарно-гигиенических условий проживания (инсоляция, учет воздействия колористических решений интерьеров на психологическое состояние человека и пр. [15]). Дом отреставрирован летом 2020 года, не утратив своей актуальности в современном мире.

Принцип многофункциональности представляет особую значимость. Большая часть современных проектов жилищ включает в себя площади, предназначенные для размещения общественных функций [16]. В условиях пандемийных и пост-пандемийных изменений помимо торговых пространств необходимо обеспечить жильцам скорый доступ к таким зонам, как пункты медицинской помощи, пространство для ожидания или доставки, спорта, образования или работы (коворкинг), детские сады и образовательные учреждения [17].

Принцип максимального озеленения и благоустройства. По данным ВОЗ особое внимание сегодня уделяется роли придомовой территории. Благоустройство должно включать элементы для здорового образа жизни, зоны для воркаута, площадки для выгула домашних животных. Период изоляции подчеркнул важность озеленения зданий путем измерения качества и количества зеленой инфраструктуры, такой как озелененные эксплуатируемые крыши, вертикальное озеленение и общие сады. Помимо пользы здоровью человека, зеленые крыши приносят экономические выгоды: снижение пиковой потребности в воде, экономия затрат на электроэнергию путем обеспечения теплоизоляции зимой и охлаждения летом. По данному принципу обустроен внутренний двор многофункционального жилого комплекса Theodora House в Копенгагене. Архитектурной студией Adept отдекорированы стены внутреннего двора диагональной деревянной решёткой для вьющихся растений. Постепенно двор превратится в озеленённое пространство для отдыха жителей [18].

Психологический принцип (психология восприятия). С XIX века работы с растениями используются для лечения и предотвращения психических расстройств, поэтому создание огородов, садов и установка теплиц сегодня являются неотъемлемым приемом при проектировании жилища в пост-пандемийный период. Предположительно, в условиях новых реалий досуг станет более практичным и будет включать в себя сельское хозяйство и садоводство. Например, в проекте жилого массива для города Сюнъань, разработанным архитектурным бюро Guallart architects, на крышах домов установлены теплицы для пользования жителями. Такой прием, помимо благоприятного воздействия на здоровье человека, позволит не зависеть от работы продовольственных магазинов в случае чрезвычайного положения [19]. Взаимодействие с окружающей средой или просто взгляд на нее [20] может улучшить внимание и уменьшить стресс, что положительно сказывается на психическом здоровье и индивидуальном благополучии. Важно обеспечить сохранность здоровья, достойное качество жизни населения, отнестись

бережно к природным ресурсам – создать устойчивую, безопасную и здоровую среду. Наличие в квартире террас или балконов для возможности выхода на свежий воздух стало обыденным приёмом при проектировании постковидного жилого комплекса. Важно обеспечить все квартиры естественным светом и панорамными видами. Например, в проекте бюро BIG «79 PARK» комплекс спроектирован таким образом, что в каждой квартире открывается вид на окрестности, и двор всегда обладает обилием солнечного света [21].

Эстетический принцип. В кризисные времена комфорт часто исходит от знакомого и традиционного. Использование местных материалов и технологий возведения жилищ, применение идей национальной исключительности и самобытности, обращение к местным особенностям и традициям должны стать неотъемлемой частью в формировании жилища в условиях пандемийных и пост-пандемийных изменений, поскольку этика и эстетика в традициях многовекового опыта сосуществуют в непротиворечивом единстве техногенной среды и природы[21].

Принцип бесконтактности. Для минимизации контактов с поверхностями основным решением данного вопроса при проектировании будет уменьшение количества жителей в подъездах путем понижения этажности, внедрение автоматизированных технологий, увеличение площадей вестибюлей, установка двусторонних почтовых ящиков, создание «зон ожидания» для людей, не проживающих в доме. В проектных решениях пересматриваются подходы к организации входов, холлов, лестниц и лифтов, "грязных зон". Пандемия COVID-19 поставила под сомнение возможность безопасного для здоровья доступа к жилищу. В проектных решения зарубежных архитекторов рассматриваются варианты организации зон, при которых человек сможет добраться до квартиры пешком или на велосипеде, не дожидаясь лифта и минуя лестнично-лифтовый узел. Такой подход наблюдается в проекте жилого комплекса 8 архитектурного бюро BIG. До 10 этажа проложена велосипедная дорожка, формирующая жилище, в котором пригородная жизнь неотделима от городской. Вдоль всего дома размещены пандусы. Жители могут приезжать прямо к своей двери на велосипеде [22].

Принцип адаптивности и трансформации на уровне закрытых пространств. Обеспечение гибких и адаптируемых пространств позволит сделать жилище способным приспосабливаться к меняющимся требованиям санитарной безопасности и связанному с ней образу жизни. В случае необходимости увеличения физических размеров жилых и подсобных площадей для поддержания социальной дистанции важно наличие легкотрансформируемых пространств (цокольные этажи, подвалы, свободные этажи). Мобильные перегородки с акустическими свойствами могут стать жизнеспособным решением, с их помощью удастся организовать пространство для работы или учебы [23].

Принцип вариантности. Важно разнообразить варианты планировочных решений жилищных ячеек [24]. Например, строительство жилья для разных поколений, как в жилом комплексе Aula Modula в Париже, спроектированным Studio Belem. При учете различных по составу и возрасту семей при проектировании возможен вариант с размещением пожилых людей на этажах ниже их детей и внуков с обеспечением доступа в квартиры на первых этажах с улицы, минуя лестнично-лифтовой узел [23].

Санитарно-гигиенический принцип. В новых условиях необходимо проектировать жилище с максимальным периодом естественного освещения жилых комнат и с учетом вентиляционного режима. Сегодня архитекторами чаще стал рассматриваться галерейный тип дома. Это обусловлено возможностью обеспечения каждой ячейки балконами и двусторонним проветриванием квартиры и подъезда. Например, данный подход наблюдается в проекте шведского бюро Malmström Edström Arkitekter. В жилой комплекс галерейного типа Brf Viva также заложены большие по площади балконы и теплицы [25].

Принцип минималистичности. Так как качество жизни меняется в соответствии с пониманием комфорта как минимизация требований, поощрение физической активности и культуры, стилистическая концепция жилищной архитектуры пост-пандемийного периода будет основываться на рациональной эстетике, чистоте и минималистичности, намеренном отсутствии декора, использовании экологичных антибактериальных

материалов при проектировании. Некоторые тенденции в дизайне предметной среды и в архитектурном формообразовании свидетельствуют о новом витке интереса к эстетике брутальности. Так в тренде остаются приемы решения интерьеров «лофтовых» кирпичный стен, тяжеловесных деревянных конструкций, при этом растет интерес и к эстетике грубого металла в интерьерах (стиль стимпанк). В этом можно усмотреть реакцию и концептуальный отказ от искусственных полимерных строительных материалов [26].

Принцип ресурсосбережения и автономности достигается путем использования возобновляемых источников энергии (например, установка солнечных панелей, ветрогенераторов, сбор дождевой воды и т.д.), локальных строительных материалов и эксплуатации независимо от инфраструктуры и коммунальных услуг. Энергоэффективные здания позволяют способствовать повышению качества микроклимата, способствовать гармонизации с естественной средой [27]. На опыте пандемии COVID-19 стало очевидно, что натуральные экологически чистые строительные материалы, и в частности отделочные материалы и мебель, играют стратегическую роль в гигиене жилого пространства, и чистоте домашней среды, а значит и здоровье человека. Так, в эскизном проекте жилого дома PoroCity, разработанном студией Stefan Al Architects, используются натуральные строительные материалы. Также осуществляется подбор индивидуальной мебели для каждой квартиры с учетом различных характеристик и потребностей отдельных семей [28]. Американский архитектор Пьеро Лиссони в качестве жилища пост-пандемийной эпохи предлагает самодостаточную многоэтажную башню Skylines. Эскизный проект представляет собой автономное общественное пространство и вертикальный городской сад. Система здания, которая производит и перерабатывает энергию, создает микроклимат, который фильтрует воздух, поглощает углекислый газ, поддерживает оптимальный уровень влажности, повторно использует дождевую воду для орошения зелени, а также обеспечивает защиту от солнечных лучей и городского шума [29].

Таблица 1

Приемы и принципы проектирования жилой среды, применимые в условиях пост-пандемийных изменений

№	Пример	Функционально-планировочные приемы безопасной архитектуры	Выявленные принципы
1	2	3	4
1	Дом Наркомфина, М. Гинзбург, И. Милинис и С. Прохоров. Москва, Россия, 1928 г., реставрация 2020 г.	На уровне открытых пространств городской среды: - Культурно-бытовое обслуживание; - Наличие благоустройства; На уровне закрытых жилых пространств: - Галерейный тип дома; - Учет возрастных характеристик жильцов при проектировании; - Учет влияния цвета при организации интерьерных решений; - Малая и средняя этажность	- Принцип многофункциональности; - Принцип вариантности планировочных решений; - Психологический принцип (психология восприятия); - Санитарно-гигиенический принцип.
2	Комплекс жилых и общественных зданий Theodora House, Архитектурная студия Adept. Копенгаген, Дания, 2020 г.	На уровне открытых пространств городской среды и локальных пространств жилой среды: - Культурно-бытовое обслуживание; - Наличие балконов и отрытых пространств; - Озелененный двор; На уровне закрытых жилых пространств: - Учет региональных особенностей в архитектурном облике; - Малая и средняя этажность.	- Принцип многофункциональности; - Психологический принцип (психология восприятия);

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
3	Проект жилого массива, GUALLART ARCHITECTS. Сюнъань, Китай, 2020 г.	- Культурно-бытовое обслуживание на уровне открытых пространств городской среды и локальных пространств жилой среды; - Наличие террас и благоустройства, галерейный тип; - Наличие теплиц и огородов; На уровне закрытых пространств: - Гибкие планировки; - Использование возобновляемых источников энергии и натуральных строительных материалов (дерево); - Малая и средняя этажность	- Принцип многофункциональности; - Принцип адаптивности; - Психологический принцип (психология восприятия); - Принцип ресурсосберегаемости и автономности.
4	Жилой комплекс 79&PARK, BIG. Стокгольм, Швеция, 2018 г.	- Культурно-бытовое обслуживание на уровне открытых пространств городской среды; - Наличие террас и благоустройства, панорамный вид из каждой квартиры; - Наличие теплиц и огородов; На уровне закрытых пространств: - Гибкие планировки; - Использование натуральных строительных материалов (дерево); - Малая и средняя этажность	- Принцип многофункциональности; - Психологический принцип (психология восприятия); - Принцип адаптивности; - Принцип ресурсосберегаемости и автономности.
5	Жилой комплекс 8, BIG.Копенгаген, Дания, 2010 г.	- Наличие благоустройства и велосипедных дорожек; наличие террас на уровне открытых локальных пространств жилой среды; На уровне закрытых пространств: - Возможность доступа в квартиру, минуя лестнично-лифтовой узел; - Наличие панорамного вида из окна для каждой квартиры; - Гибкие компактные планировки; - Малая и средняя этажность	- Санитарно-гигиенический принцип; - Принцип адаптивности.
6	Жилой комплекс Проект Skylines, Пьеро Лиссони. Нью-Йорк, США, 2020 г.	- Культурно-бытовое обслуживание, в том числе мед центры на уровне открытых пространств городской среды; - Наличие террас и благоустройства; - Наличие садов и огородов; На уровне закрытых пространств: - Гибкие планировки; - Использование возобновляемых источников энергии, систем фильтрации воздуха.	- Принцип многофункциональности; - Санитарно-гигиенический принцип; - Психологический принцип (психология восприятия); - Принцип адаптивности; - Принцип ресурсосберегаемости и автономности.
7	Жилой комплекс Aula Modula, studio belem. Париж, Франция, 2020 г.	- Культурно-бытовое обслуживание на уровне открытых локальных пространств жилой среды; - Наличие коллективных террас; - Наличие теплиц; - Наличие пространств для работы; - Наличие мобильных перегородок в квартирах и учет возрастных характеристик жильцов при проектировании; - Использование местных строительных материалов; - Малая и средняя этажность	- Принцип многофункциональности; - Психологический принцип (психология восприятия); - Принцип адаптивности; - Принцип ресурсосберегаемости и автономности.

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
8	Жилой комплекс Brf Viva, Malmström Edström Arkitekter. Гетеборг, Швеция, 2019 г.	- Наличие теплиц и огородов на уровне открытых локальных пространств жилой среды; На уровне закрытых пространств: - Галерейный тип, наличие террас, двустороннее проветривание; - Гибкие компактные планировки; - Использование возобновляемых источников энергии; - Использование натуральных строительных материалов (дерево и улучшенный вид бетона); - - Малая и средняя этажность	- Санитарно-гигиенический принцип; - Психологический принцип; - Принцип адаптивности; - - Принцип ресурсосберегаемости и автономности.
9	Жилой комплекс PoroCity, Adrian Emanuel, Matt Casaverde, Stefan Al Architects. Венеция, Италия, 2021 г.	На уровне закрытых открытых пространств жилой среды: - Культурно-бытовое обслуживание; - Наличие террас и благоустройства; На уровне закрытых пространств: - Наличие перекрестной вентиляции квартир с помощью внутренних атриумов; - Наличие мобильных перегородок в квартирах; - Использование натуральных строительных материалов (дерево).	- Принцип многофункциональности; - Санитарно-гигиенический принцип; - Психологический принцип (психология восприятия); - Принцип адаптивности; - Принцип ресурсосберегаемости и автономности.

4. Обсуждение

Архитектура пространственно формирует социальную среду жизнедеятельности общества, что в условиях применения новых подходов может способствовать оздоровлению жилой среды. Ключевой урок заключается в требовании вернуться к природе с ее лечебными эффектами. В случае стихийных бедствий, связанных с инфекционными заболеваниями, жилые дома должны не только удовлетворять основные потребности жителей, но и выполнять основные функции предотвращения эпидемий.

В теоретических и проектных материалах, посвященных теме организации пост-пандемийной жилищной архитектуры, особое внимание уделяется самодостаточным зданиям и образу жизни. Движущей силой развития городов на сегодняшний день является целостное, системное видение природных процессов и новейших технологий .

Пандемия представляет собой веские аргументы в пользу безопасного жилища с разумным количеством окружающего садового пространства, улучшения условий для социального дистанцирования и производства пищи, а также лечебного воздействия света, воздуха и природы. В многоквартирных домах будет наблюдаться тренд на увеличение площадей вестибюлей, проектирование более широких коридоров и дверных проемов, увеличению количества лестниц, что приведет к изменениям в стратегиях проектирования .

Будущее должно быть сосредоточено на бесконтактном пути от входной группы в подъезд до самой двери квартиры. Необходимо минимизировать контакт с поверхностями в общедоступных пространствах многоквартирного жилища (кнопки лифта, дверные ручки и т.д.). В этом контексте важно пересмотреть высотность проектируемых зданий, так как целью возведения многоэтажных домов является организация как можно большего количества людей в одном месте, при этом возрастает опасность их инфицирования. В этом отношении обеспечение гибких и адаптируемых пространств может сделать жилище более устойчивым, безопасным, способным адаптироваться к меняющимся потребностям и образу жизни. Перспективы дальнейших исследований необходимо связывать с конкретикой региональных, типологических, структурно-функциональных и стилистических особенностей проектирования жилой архитектурной среды в условиях пост-пандемийных изменений.

Сформулированные принципы организации жилой архитектурной среды позволят создать модели жилищ, применимых в условиях будущих пост-пандемийных изменений.

На уровне городских пространств ключевыми являются:
- Принцип максимального озеленения;
- Принцип трансформации;
- Принцип шаговой доступности.

На уровне локальных открытых территорий ключевыми являются:
- Психологический принцип (наличие теплиц, садов и огородов);
- Принцип многофункциональности.

На уровне закрытых пространств ключевыми являются:
- Психологический принцип (учет влияния цвета, света, материала, пространства на психологическое состояние человека);
- Принцип бесконтактности;
- Санитарно-гигиенический принцип;
- Принцип адаптивности;
- Принцип вариантности;
- Эстетический принцип (учет влияния региональных архитектурных традиций);
- Принцип минималистичности;
- Принцип ресурсосберегаемости и автономности.

5. Заключение

1. Выявлены планировочные приемы «безопасной архитектуры» и вытекающие из них принципы и отдельные аспекты организации пространств на уровнях: формирования городской среды (принцип максимального озеленения; принцип трансформации; принцип шаговой доступности), локальных дворовых пространств (психологический принцип (наличие теплиц, садов и огородов); принцип многофункциональности), закрытых внутренних пространств жилых домов (психологический принцип (учет влияния цвета, света, материала, пространства на психологическое состояние человека); принцип бесконтактности; санитарно-гигиенический принцип; принцип адаптивности; принцип вариантности; эстетический принцип (учет влияния региональных архитектурных традиций); принцип минималистичности; принцип ресурсосберегаемости и автономности).
2. Разработана таблица приемов и принципов проектирования жилой среды, применимых в условиях пост-пандемийных изменений как инструмент для использования в проектной практике

Список литературы / References

1. Крашенинников, А. В. Когнитивная урбанистика: архетипы и прототипы городской среды / А. В. Крашенинников. - Москва : Курск, 2020. - 209 с. : ил., табл., цв. ил.; С. 87-88 [Krasheninnikov, A. V. Cognitive urban studies: archetypes and prototypes of the urban environment / A. V. Krasheninnikov. - Moscow: Kursk, 2020. - 209 p.; P. 87-88]
2. Айдарова Г. Н. Понятие комфорт архитектурной среды в контексте этических ценностей // Евразийский союз ученых (ЕСУ) №4(13). 2015. Часть 9. С 148-151 [Aidarova G. N. The concept of comfort of the architectural environment in the context of ethical values // Eurasian Union of Scientists (ESU) Iss. 4 (13). 2015. Part 9. P. 148-151.]
3. Housing and health guidelines // World Health Organization (WHO). URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/276001/9789241550376-eng.pdf
4. Aidarova G., Aminov A. Covid-19 – global transition to a new architecture and urban development paradigm of the environment? // 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering, Volume 274. 2021. DOI:10.1051/e3sconf/202127401008
5. Spennemann D.H. Residential architecture in a post-pandemic world: implications of COVID-19 for new construction and for adapting heritage buildings // Journal of Green Building. Volume 17. 2021. 16:199–215. DOI: 10.3992/jgb.16.1.199

6. Megahed NA Antivirus-built environment: Lessons learned from Covid-19 pandemic / NA Megahed, EM Ghoneim // Sustainable Cities and Society. – 2020, October. – P. 102350.
7. Жилякова Е. С., Мальцева И. Н. Формирование устойчивой архитектуры российского жилого комплекса в постковидный период // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2021. №3 (50). DOI: 10.25628/UNIIP.2021.50.3.010 [Zhilyakova E. S., Maltseva I. N. Formation of a sustainable architecture of the Russian residential complex in the post-COVID period // Academic Bulletin UralNIIproekt RAASN. 2021. Iss. 3 (50). DOI: 10.25628/UNIIP.2021.50.3.010)]
8. Amerio A, Brambilla A, Morganti A, Aguglia A, Bianchi D, Santi F, Costantini L, Odone A, Costanza A, Signorelli C, Serafini G, Amore M, Capolongo S. COVID-19 Lockdown: Housing Built Environment's Effects on Mental Health // Int J Environ Res Public Health. 2020.17(16):5973. DOI: 10.3390/ijerph17165973. PMID: 32824594; PMCID: PMC7459481.
9. Клочко, А. Архитектура жилища в условиях перемен // Проект Байкал. – 2022. – Т. 19. – № 71. – С. 124-131. – DOI 10.51461/projectbaikal.71.1952. – EDN PYNNNX. [Klochko A. Housing architecture in conditions of change // Journal: Project Baikal. 2022. DOI: 10.51461/projectbaikal.71.1952]
10. Salama AM Coronavirus questions that will not go away: interrogating urban and socio-spatial implications of COVID-19 measures // Emerald Open Research. 2020. DOI: 10.35241/emeraldopenres.13561.1
11. Кочуров Б.И., Блинова Э.А., Ивашкина И.В. Развитие российских городов после пандемии COVID-19 // Региональные геосистемы. 2021. 45 (2): 183–193. DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-2-183-193 [Kochurov B.I., Blinova E.A., Ivashkina I.V. Development of Russian cities after the COVID-19 pandemic // Regional Geosystems. 2021. 45(2): 183–193. DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-2-183-193]
12. Salingaros, Nikos A.: Biophilia and healing environments: Healthy principles for designing the built world. New York, NY: Terrapin Bright Green, LLC. 2015.
13. Foreign Policy / How Life in Our Cities Will Look After the Coronavirus Pandemic 2020 / https://foreignpolicy.com/2020/05/01/future-of-cities-urban-life-after-coronavirus-pandemic/
14. Korona FOM project. — Text: electronic // covid19: [website]. — URL: https://covid19.fom.ru/ (date of access: 08/12/2022).
15. М.Я. Гинзбург «Жилище: опыт пятилетней работы над проблемой жилища» 1934.- 210 с. (M.Ya. Ginzburg "Housing: the experience of five years of work on the problem of housing" 1934.- 210 p.)
16. Покка Е.В., Авксентьев В.И. Проблемы архитектурного формирования современного жилого комплекса, МАРХИ, Москва, Россия, номер: 1, 2020, 474-475 с., 0 п.л. [Pokka E.V., Avksentiev V.I. Problems of the architectural formation of a modern residential complex, MARHI, Moscow, Russia, Iss. 1, 2020, P. 474-475.]
17. Жилякова Е. С., Мальцева И. Н., 2021, там же Жилякова Е. С., Мальцева И. Н. Формирование устойчивой архитектуры российского жилого комплекса в постковидный период // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2021. №3 (50). DOI: 10.25628/UNIIP.2021.50.3.010 [Zhilyakova E. S., Maltseva I. N. Formation of a sustainable architecture of the Russian residential complex in the post-COVID period // Academic Bulletin UralNIIproekt RAASN. 2021. Iss. 3 (50). DOI: 10.25628/UNIIP.2021.50.3.010)]
18. ADEPT. — Text: electronic // adept.dk: [website]. — URL: https://www.adept.dk/projects (date of access: 08/10/2022).
19. Dezeen. — Text: electronic // dezeen: [website]. — URL: https://www.dezeen.com/2020/09/02/guallart-architects-self-sufficient-city-xiong-an-china-architecture/ (date of access: 08/12/2022).
20. Ellard K. Habitat: How architecture influences our behavior and well-being. K. Ellard - "Alpina Digital", 2015 - 167 p.
21. Клочко, А., 2022 там же Клочко, А., Архитектура жилища в условиях перемен // Проект Байкал. – 2022. – Т. 19. – № 71. – С. 124-131. – DOI 10.51461/projectbaikal.71.1952. – EDN PYNNNX. [Klochko A. Housing architecture in conditions of change // Journal: Project Baikal. 2022. DOI: 10.51461/projectbaikal.71.1952]

22. BIG. — Text: electronic // big: [website]. — URL: https://big.dk/#projects (date of access: 09/05/2022).
23. Studio Belem. - Text: electronic // studiobelem: [website]. — URL: https://www.studiobelem.com/ (date of access: 09/15/2022).
24. Korotkova S.G. The development of urban agglomeration in a pandemic // E3S Web Conf., 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE) 2021. Volume 274
25. Malmström Edström Arkitekter Ingenjörer. — Text: electronic // malmstromedstrom: [website]. — URL: https://malmstromedstrom.se/projekt/ (date of access: 09/16/2022).
26. Aidarova G., Aminov A., 2021, там же Aidarova G., Aminov A. Covid-19 – global transition to a new architecture and urban development paradigm of the environment? // 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering, Volume 274. 2021. DOI:10.1051/e3sconf/202127401008]
27. Куликов Д.А. Концепция ресурсосберегающей архитектуры: постановка проблемы / Д.А. Куликов // Развитие региональных архитектурно-художественных школ в контексте историко-культурных традиций: материалы науч. Конф. / Казан. Гос. Архитектур.-строит. Ун.-т – Казань, 2005. – Т.2.- с. 92-97 [Kulikov D.A. The concept of resource-saving architecture: problem statement / D.A. Kulikov // Development of regional architectural and art schools in the context of historical and cultural traditions: proceedings of scientific conference / Kazan State University of Architecture and Engineering - Kazan, 2005. - V.2.- P. 92-97]
28. Stefan Al. - Text: electronic // stefanal: [website]. — URL: https://www.stefanal.com/projects (date of access: 09/16/2022).
29. LISSONI & PARTNERS. — Text: electronic // lissoniandpartners: [website]. — URL: https://www.lissoniandpartners.com/en/architecture (date of access: 09/15/2022).

Информация об авторах

Осипова Евгения Владиславовна, архитектор, ООО «ОФИС ДЕ», г. Казань, Российская Федерация
E-mail: eugenia3999@gmail.com
Айдарова Галина Николаевна, доктор архитектуры, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
E-mail: aidagalnik@mail.ru
Куприянов Валерий Николаевич, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация,
Email: kuprivan@kgasu.ru
Мирсаяпов Илизар Талгатович, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация,
Email:mirsayapov@kgasu.ru,

Information about the authors

Eugenia V. Osipova, architect, LLC «OFFICE DE», Kazan, Russian Federation.
E-mail: eugenia3999@gmail.com
Galina N. Aidarova, doctor of architecture, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation.
E-mail: aidagalnik@mail.ru
Valery N. Kupriyanov, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of the RAACS, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: kuprivan@kgasu.ru
Ilizar T. Mirsayapov, doctor of technical sciences, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
E-mail: mirsayapov1@mail.ru

УДК: 711.168
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_73
EDN: KZFXEL

Методы и приёмы предпроектного анализа района реконструкции историко-культурной среды

А.Е. Енин [1], А.С. Танкеев [1], А.Э. Заплавная [1]
[1] ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет",
г. Воронеж, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи.* Преобразование городской среды в историческом центре современного крупного города осуществляется с целью актуализации ее количественных и качественных показателей, обусловленных социально-экономическими стратегическими программами территориального планирования, в соответствии с действующей градостроительной регламентацией, в частности по охране объектов историко-культурной среды. На сегодняшний день действующая политика по градостроительной реконструкции современных исторических центров крупных городов привела к формированию типологических проблем функционально-пространственной организации жилой среды. В статье на примере преобразования исторического квартала г. Воронежа, ограниченного улицами Никитинская, 9 Января, Фридриха Энгельса и Куколкина рассматриваются методы и приёмы предпроектных исследований реконструируемого района и специфика трансформации системного подхода в условиях реконструкции архитектурно-планировочной структуры, где ограничивающим фактором формирования и модернизации городской среды является охранная деятельность объектов историко-культурной среды. Целью исследования является определение, обоснование и апробация методов и приёмов системного предпроектного анализа района реконструкции историко-культурной среды современного города на примере реконструкции исторического квартала г. Воронежа. Задачами настоящего исследования являются: определение основных проблем реконструкции исторического городского центра; выявление этапов предпроектного анализа, а также подходов и методов функционально-пространственной организации территории в условиях реконструкции; проведение системного анализа динамики становления форм расселения и факторов, определяющих характер их эволюции ориентированных на определение своеобразного фонда преемственных историко-градостроительных ценностей; разработка методических рекомендаций исследования и проектирования архитектурно-градостроительной среды в условиях реконструкции городского исторического центра.
Результаты. В результате определены шесть стадий предпроектного анализа, формирующих направления по реконструкции историко-культурной среды центральных районов современных крупных городов. Выявлен своеобразный фонд преемственных историко-градостроительных ценностей на исследуемой территории.
Выводы. Разработанная методика и алгоритмы разработки предпроектного анализа района реконструкции историко-культурной среды могут быть использованы при оценке проектных решений на различных стадиях проектирования. В результате исследований актуализирована и систематизирована информация об архитектурно-планировочной структуре, историко-культурном потенциале застройки и современной функционально-пространственной организации исторического центра г. Воронежа.

Ключевые слова: жилая среда, историко-культурная среда, архитектурно-планировочная структура, реконструкция, предпроектный анализ.

Для цитирования: Енин А.Е., Танкеев А.С., Заплавная А.Э. Принципы предпроектного анализа района реконструкции историко-культурной среды//Известия КГАСУ. 2023. №1(63), с.73-83, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_73, EDN: KZFXEL

Methods and techniques of pre-project analysis of the area of reconstruction of the historical and cultural environment

A.E. Enin [1], A.S. Tankeev [1], A.E. Zaplavnaya [1]
[1] Voronezh State Technical University
Voronezh, Russian Federation

Abstract: *Problem statement.* The transformation of the urban environment in the historical center of a modern large city is carried out in order to update its quantitative and qualitative indicators due to socio-economic strategic territorial planning programs, in accordance with the current urban planning regulations, in particular for the protection of objects of the historical and cultural environment. To date, the current policy on urban reconstruction of modern historical centers of large cities has led to the formation of typological problems of the functional and spatial organization of the residential environment. In the article on the example of the transformation of the historical quarter of Voronezh, bounded by Nikitinskaya, January 9, Friedrich Engels and Kukolkin streets, the methods and techniques of pre-project studies of the reconstructed area and the specifics of the transformation of a systematic approach in the conditions of reconstruction of the architectural and planning structure, where the limiting factor in the formation and modernization of the urban environment is the security activities of objects of the historical and cultural environment. The purpose of the study is to determine, substantiate and test methods and techniques of a systematic pre-project analysis of the reconstruction area of the historical and cultural environment of a modern city on the example of the reconstruction of the historical quarter of Voronezh. The objectives of this study are to identify the main problems of reconstruction of the historical city center; to identify the stages of pre-project analysis, as well as approaches and methods of functional and spatial organization of the territory in the conditions of reconstruction; carrying out a systematic analysis of the dynamics of the formation of settlement forms and factors determining the nature of their evolution focused on determining a kind of fund of successive historical and urban values; developing methodological recommendations for the study and design of the architectural and urban environment in the conditions of reconstruction of the urban historical center.
Results. As a result, six stages of pre-project analysis have been identified, forming directions for the reconstruction of the historical and cultural environment of the central districts of modern large cities. A peculiar fund of successive historical and town-planning values in the studied territory has been identified.
Conclusions. The developed methodology and algorithms for the development of a pre-project analysis of the area of reconstruction of the historical and cultural environment can be used to evaluate design solutions at various stages of design. As a result of the research, information about the architectural and planning structure, historical and cultural potential of the development and the modern functional and spatial organization of the historical center of Voronezh has been updated and systematized.

Keywords: residential environment, historical and cultural environment, architectural and planning structure, reconstruction, pre-project analysis.

For citation: Enin A.E., Tankeev A.S., Zaplavnaya A.E. Methods and techniques of pre-project analysis of the area of reconstruction of the historical and cultural environment //News KSUAE. 2023. №1(63), p.73-83, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_73, EDN: KZFXEL

1. Введение

Проблемы реконструкции сложившейся историко-культурной среды центральных частей современных крупных городов с каждым днем становятся все актуальнее. Это обусловлено стратегическим комплексом задач развития города, которые в равной мере необходимы для его оптимального развития: сохранение и актуализация культурной идентификации города с одной стороны и социо-экономическим развитием городского центра с другой. На сегодняшний день этот процесс наблюдается в следующих аспектах:

реконструкция чаще становится процессом в обновлении городского центра посредством появления объектов нового строительства; в границах исторически сложившихся районов центра города формируется главные функции городского центра, выраженные на данный момент в модернизированных объемах, в результате чего происходит потеря жизнеспособности историко-культурной среды центральных районов современных городов: “несмотря на последовательные преобразования и многие проблемы, продолжают доказывать свою подлинность до наших дней” [1]. Исследование основывается на труды Гутнова А.Э. (1984) [2] в области градостроительной реконструкции с целью реабилитации городской среды, работы Волковой Т.Ф. [3], Дембич А.А. [4] и Исмагиловой С.Х. [5-6], направленные на поиск отдельных методов реконструкции (ревалоризации, ревитализации, реставрации, музеефикации, реконструкции и реновации), работы зарубежных авторов в области адаптивного использования и реабилитации территории [7-10], а также используются термины и результаты исследований авторов настоящей статьи в области технического подхода в реконструкции жилой среды [11-14].

В зависимости от района городская среда определяется множеством градоформирующих внешних факторов: экономические, социальные, культурные, экологические и др. Реакцию на те или иные внешние факторы система осуществляет через внутренние, которые в данном случае выражаются через проектирование и реконструкцию архитектурно-градостроительной среды и направлены на решение социальных потребностей: “Главной целью архитектурно - градостроительного формирования застройки города является создание комфортных условий для жизни населения и гостей города” [11].

Таким образом, целью работы является определение системных подходов, методов, приёмов и закономерностей предпроектного анализа района реконструкции историко-культурной среды современного города на примере преобразования исторического квартала г. Воронежа, ограниченного улицами Никитинская, 9 Января, Фридриха Энгельса и Куколкина.

Объектом исследования является сложившейся историко-культурная среда в современных крупных городах на примере исторического квартала г. Воронежа, ограниченного улицами Никитинская, 9 Января, Фридриха Энгельса и Куколкина.

Задачами исследования являются:

1. Определение основных проблем реконструкции в историко-культурной городской среде современного крупного города;
2. Выявление этапов предпроектного анализа, а также подходов и методов функционально-пространственной организации исторического центра, возникающих в условиях или в результате реконструктивного вмешательства;
3. Проведение системного анализа динамики становления форм расселения и факторов, определяющих характер их эволюции ориентированных на определение своеобразного фонда преемственных историко-градостроительных ценностей;

2. Материалы и методы

В основе исследования лежит системный подход: рассмотрены и систематизированы внешние факторы, влияющие на формирование и изменение жилой среды, выявлены архитектурно-градостроительные особенности и закономерности ее становления в исторической части города в условиях реконструкции.

Проведено натурное обследование исторического центра г. Воронежа, результатом которого являются материалы по обоснованию проекта территории объекта. Материалы проанализированы на основе ранее разработанных проектов границ и зон территорий объектов культурного наследия, в отношении которых проведены историко-культурные исследования, сведений об объектах культурного наследия, выявленных объектах культурного наследия, расположенных в границах исследуемой территории, ситуационных планов землепользования с указанием границ современного землепользования, сведений о существующих зданиях, строениях, инженерных сооружениях и других объектах капитального и временного строительства и др., в результате чего, была проанализирована современная градостроительная ситуация с

целью установления режима пользования и норм проектирования на исследуемой территории, включая требования к режиму использования земель и к градостроительным регламентам определённые границами территории и зонами охраны объектов культурного наследия, расположенными на территории исследования:

1. Объект культурного наследия регионального значения «Комплекс двух усадеб Клочковых (7 зданий)», Воронежская область, г. Воронеж, ул. Никитинская, 39, 41, 41/2; 43.
2. Объект культурного наследия регионального значения Дом жилой», Воронежская область, г. Воронеж, ул. Никитинская, д. 45.
3. Объект культурного наследия регионального значения «Флигель инженера Гегера», Воронежская область, г. Воронеж, ул. Никитинская, д. 49/2.
4. Объект культурного наследия регионального значения «Больница Красного Креста: дом, флигель», Воронежская область, г. Воронеж, ул. Фридриха Энгельса, 72, 72а.
5. Выявленный объект культурного наследия «Культурный слой г. Воронежа».

3. Результаты

В результате исследования были выделены следующие этапы педпроектного анализа:

Первый этап предпроектного анализа предполагает всесторонний анализ градостроительной документации. На момент исследования наблюдается проблема деградации территории, когда из-за историко-культурных ограничений на активную градостроительную деятельность встала проблема “процессов заброшенности и деградации или, что еще хуже незаконной строительной деятельности” [15]. Результаты анализа требований к режиму использования земель и к градостроительным регламентам в границах охранных зон объектов культурного наследия визуализированы на схемах зон, определяющих режим использования земель и требования к градостроительным регламентам на территорию проектирования (рис. 1).

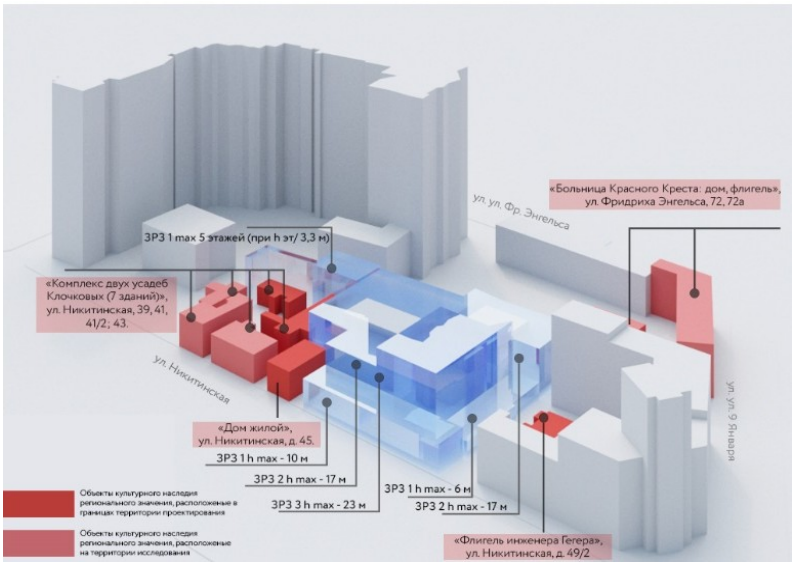


Рис. 1. Схема зон, определяющих режим использования земель и требования к градостроительным регламентам на территорию проектирования (иллюстрация авторов)
Fic.1. The scheme of zones that determine the mode of land use and the requirements for urban planning regulations for the design area (illustration by the authors)

Вторым этапом проводится историко-градостроительный анализ территории, который подразумевает выявление историко-культурной ценности как на уровне архитектурного, так и на уровне градостроительного объекта, для чего необходимо разделить объекты капитального строительства (далее по тексту: ОКС) по культурным включениям, и сопровождается как натурными, так и камеральными исследованиями. Проведенное в данном предпроектном анализе разделение структур жилой среды по

культурным включениям дает возможность качественно и количественно проанализировать градостроительные и функциональные элементы ее организации. Объекты, относящиеся к выявленным типологическим группам, определяются различными параметрами. В границах исследования расположены объекты историко-культурной среды (далее по тексту: объекты ИКС), нейтральная и современная застройка, представленных на рис. 2-4.

Рис. 2. Фотоанализ объектов историко-культурной среды исследуемой территории (иллюстрация авторов)
Fic.2. Objects of the historical and cultural environment of the studied territory (illustration by the authors)

Историческая застройка содержит в себе несколько временных периодов и архитектурных стилей, формирует определенным образом архитектурно-планировочный каркас исторической части города. Для нее характерны такие положительные принципы городской среды как: малоэтажная застройка, культурный контекст архитектурной среды, легкость в ориентации, положительный фон эмоциональной содержательности среды. К негативным характеристикам в данной типологической группе могут относиться: заниженные параметры искусственной среды относительно актуальных санитарно-технических требований и недостаточная степень реализации культурно-бытовой жизни, обусловленной спецификой функционально-пространственных связей исторического центра города.

Все здания ИКС исследуемой территории (рис. 2) являются объектами культурного наследия регионального значения, т.е. их архитектурные и объемно-пространственные параметры находятся под государственной охраной (Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 N 73-ФЗ).

Нейтральная застройка города, относящаяся к одному временному периоду, но не имеющая положительных символических характеристик, формирует определенным образом архитектурно-планировочный каркас исторической и других частей города. Для нее характерны такие положительные психоэмоциональные принципы городской среды как: малоэтажная и среднеэтажная застройка, легкость в ориентации в городе. К негативным характеристикам в данной типологической группе могут относиться: потеря семантического значения архитектурной среды в связи с глобализацией и унификацией процессов и недостаточная степень реализации культурно-бытовой жизни, обусловленной спецификой функционально-пространственных связей исторического центра города.

Рис. 3. Фотоанализ объектов нейтральной застройки исследуемой территории (иллюстрация авторов)
Fic.3. Objects of neutral development of the studied territory (illustration by the authors)

Объекты нейтральной застройки на исследуемой территории (рис. 3) возводились в качестве жилых домов различных по материально-пространственным параметрам (площадь застройки, этажность, кол-во квартир). Малоквартирные жилые дома, построенные в 1950-х гг. не разрушали во время реконструкции квартала его исторический морфотип, так как расположены в глубине квартала и вынесены с линии застройки, тем самым, не нарушая исторически сложившийся силуэт, а также стилистически гармонируют с объектами ИКС. Многоквартирный панельный жилой дом объемно-пространственными параметрами не разрушал во время реконструкции квартала его исторический морфотип комбинированной застройки, тогда как архитектурно-стилистические параметры определяли определенный диссонанс с окружающей застройкой. Так, нейтральная застройка поддерживает сложившийся исторический морфотип застройки (комбинированный). Объемно-пространственные параметры объектов нейтральной застройки не диссонируют с параметрами объектов ИКС, а архитектурная пластика фасадов частично цитирует их исторический облик.

Современная застройка характеризуется актуальными архитектурными, конструктивными и функциональными параметрами, определяющая архитектурно-планировочный каркас исторической и других частей города. Для нее характерны такие положительные психоэмоциональные принципы городской среды как: проектирование и формирование структур жилой среды на различных уровнях иерархии с учетом особенностей каждого из них, позитивный социально-коммуникативный фон, одновременно способствующего сближению жителей, но предполагающего возможность полного уединения и др. К негативным характеристикам в данной типологической группе могут относиться: потеря семантического значения архитектурной среды в связи с глобализацией и унификацией процессов и труднодоступность в пространственной ориентации.

Объекты современной застройки на исследуемой территории (рис. 4) как по объемно-пространственным параметрам (этажность и площадь застройки), так и по архитектурно-стилистическим диссонируют с объектами ИКС, а их расположение дискретным характером в планировочной структуре квартала разрушает исторический тип застройки (комбинированный).

Рис. 4. Фотоанализ объектов современной застройки исследуемой территории (иллюстрация авторов)
Fic.4. Objects of modern development of the studied territory (illustration by the authors)

Согласно проведенному ранжированию ОКС по культурным включениям, можно сделать вывод о том, что на исследуемой территории имеет место быть декомпозиция по объемно-пространственным параметрам и стилистический диссонанс архитектурно-градостроительной среды, что приводит к проблеме композиционной целостности и культурной идентификации территории. В результате дальнейшей реализации этих двух процессов историко-культурный код территории потеряет свою значимость, включая следующий иерархический уровень, а ее пространственные параметры будут характеризовать диссонирующие нематериальные характеристики, так как реакция интерпретатора на восприятие того или иного архитектурного пространства формирует особый слой эмоциональности среды.

На третьем этапе выявляется характер действия системных элементов функциональной организации городской среды: производственные, рекреационные и элементы бытового обслуживания. На основе проведенного функционального анализа были выявлены следующие проблемы функциональной организации жилой среды, выраженные в зонах конфликтных ситуаций: *дефицит объектов культурно-бытового обслуживания; функциональная деградация территории из-за выведенных из эксплуатации и потерявших актуальную функцию объектов культурного наследия; дефицит элементов рекреации.* Джентрификация района исследуемой территории происходит за счет повышения социо-экономических показателей в процессе реконструкции и редевелопмента территории, проходящая на момент исследования некорректно, т. е. неверными методами реконструкции архитектурно-градостроительной среды.

На четвертом этапе предпроектного анализа необходим системный ретроспективный анализ, который позволит проследить развитие либо деградацию объектов реконструкции, определить причины их возникновения или конфликта рассматриваемых явлений, а также конкретные территории их локализации. Согласно проведенному анализу, можно прогнозировать “тенденцию к дальнейшей модернизации архитектурно-планировочной структуры исторического центра г. Воронежа, посредством появления новых полифункциональных и крупномасштабных объектов на месте неопределенных зон конфликтных ситуаций” [14], что негативно определяет два стратегических направления в развитии жилой среды исследуемой территории, где процесс культурной идентификации будет определять новые деградирующие территории, а мероприятия социально-экономического развития поддерживать процесс композиционной дифференциации.

На пятом этапе предпроектного анализа необходимо сделать выводы о характеристиках исследуемой территории по следующим параметрам:

Градостроительное положение: исследуемая территория занимает выгодное положение с точки зрения градостроительной ситуации, общественно-деловой исторический центр города; квартал находится в урбанизированной среде, в окружении значимых объектов историко-культурного наследия и функционально-пространственной организации жилой среды;

Градостроительная регламентация: градостроительные регламенты по охранной деятельности объектам ИКС носят наиболее сдерживающий характер, чем другие рассмотренные документы; территория для строительства капитального объекта в границах участка для проектирования рассматриваемого квартала определена режимом использования земель и градостроительными регламентами в границах охранных зон выявленных объектов культурного наследия.

Функционально-пространственная организация: декомпозиция по объемно-пространственным параметрам и стилистический диссонанс архитектурно-градостроительной среды; дефицит объектов культурно-бытового обслуживания и рекреации; функциональная деградация территории из-за выведенных из эксплуатации и потерявших актуальную функцию объектов культурного наследия.

Историко-культурная и архитектурно-градостроительная ценности: объекты культурного наследия (рис. 2); границы исторически-сложившихся кварталов (линии исторической застройки); исторические границы домовладений; участки исторического озеленения и границы исторических озелененных общественных территорий; силуэт застройки, форма крыш (вальмовые, двускатные, мансардные, купольные); традиционный материал застройки: кирпич, дерево; традиционные отделочные материалы: лицевой кирпич, тесаные травертиновые плиты, штукатурка; элементы композиции и пропорции, стили и декор фасадов исторической застройки; исторические функции территории, носящие характер преемственности (общественные здания, жилые дома).

На шестом этапе, проанализировав выявленные проблемы и в результате системного анализа архитектурно-градостроительных, функционально-пространственных и историко-культурных особенностей исследуемой территории принимаются решения по определению целевых подходов и методов реконструкции.

Для решения выявленных проблем по установленным подходам предлагаются приведенные ниже реконструктивные мероприятия:

Джентрификация района реконструкции позволит преобразовать функциональную организацию в новых системных связях территории, что необходимо для решения проблемы деградации и дифференциации. Адаптивное повторное использование – “является наиболее общим и распространенным термином, относящимся к процессу использования старых участков и зданий для иных функций, чем те, которые в них закладывались изначально” [16]. Учитывая опыт приспособления объектов культурного наследия на данной территории, который носил локальный характер, предлагается подчинить разноприродные исторические здания одной функции с целью организации единого комплекса.

Решение проблемы композиционной целостности предполагается определить на уровне квартальной застройки *методом скрытой реконструкции*, а на уровне архитектурного решения ОКС методом *стилевой имитации* [12]. Метод скрытой реконструкции применяется для реорганизации архитектурно-планировочной структуры с целью интеграции новой функции, без нарушения исторического облика и визуального восприятия панорамы улицы или фрагмента застройки. Высотные параметры определяются не только выявленными допустимыми регламентами существующих зон охраны объектов культурного наследия (зона регулирования застройки и хозяйственной деятельности), но и системным подходом к исследованию архитектурно-пространственных средовых параметров исторической территории. Метод *стилевой имитации* [12] как мероприятия по усилению процесса регенерации объектов ИКС, когда современная застройка, которые появятся в результате реновации территории, в некоторой степени будут цитировать стилистические особенности архитектуры

окружающей исторической застройки. Так как объекты культурного наследия формируют силуэт ул. Никитинская и ул. Фридриха Энгельса, а также внутриквартальное пространство предлагается подчинить новый объект стилистики классицизма. Степень цитирования должна быть определенной, так как пространство историко-культурной среды должно идентифицироваться отдельно от нового объекта, а материалы современные и экологичные.

4. Обсуждение

На основе полученных методов выявления характера современной градостроительной деятельности в условиях реконструкции исторических центров крупных городов на примере г. Воронежа, выраженных через внешние факторы, выделяются три основных подхода, как следствие действия внутренних факторов:

Функциональный подход – определяется процессом функциональной дифференциации, когда крупномасштабный полифункциональный объект «перетягивает» на себя все функциональные операции, в результате чего территория деградирует;

Аутентический подход – определяется проблемой сохранения историко-культурного года территории, где специфика охранной деятельности объектов культурного наследия, рассмотренная со стороны методологии реконструкции, на сегодняшний день формирует степень сохранности исторической ценности;

Композиционный подход – определяется процессом дифференциации в пространственно-планировочной структуре по объемно-пространственному принципу организации новых объектов.

Выявленные принципы носят системный характер, т.е. в зависимости от задания на проектирование и полученных данных в результате предпроектного анализа реконструируемого района могут быть модернизированы. Таким образом, специфика современной градостроительной деятельности определяется недостаточной степенью исследования территории реконструкции, в состав научно-проектной документации которой входят определенные натурные и камеральные исследования, носящие формальный характер, и Градостроительным кодексом РФ от 29.12.2004 N 190-ФЗ, где объекты ИКС не рассматриваются как градостроительный ресурс: “деятельность по развитию территорий, осуществляемая в виде территориального планирования, градостроительного зонирования, планировки территорий”.

5. Заключение

1. Определены специфика и методологические проблемы процесса реконструкции архитектурно-планировочной структуры современного исторического городского центра, где ограничивающим фактором его формирования и модернизации является охранная деятельность объектов историко-культурной среды.
2. Сформирован алгоритм постановки задания на проведение исследования, выраженный в шести этапах предпроектного анализа, на предмет реабилитации историко-культурной среды исторического центра современного города, в результате применения которого возможно получение объективных данных при исследовании и проектировании систем данного типа.
3. В рамках второго этапа предпроектного анализа территории реконструкции (историко-архитектурный анализ) определена методика выявления своеобразного фонда преемственных историко-градостроительных ценностей историко-культурной городской среды.
4. Установлена необходимость проведения ретроспективного анализа на третьем этапе предпроектных исследований с целью выявления потенциала объектов историко-культурной среды.
5. На основе выявленных методов и приёмов предпроектного анализа района реконструкции историко-культурной среды определены соответствующие принципы реабилитации территории: функциональный, культурной идентификации и композиционной целостности.

Список литературы/ References

1. Mehanna W. A. E., Mehanna W. A. E. Urban renewal for traditional commercial streets at the historical centers of cities // Alexandria Engineering Journal. 2019. Vol. 58. Iss. 4. P. 1127–1143. DOI: 10.1016/j.aej.2019.09.015.
2. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. М. : Стройиздат, 1984. – 256 с. [Gutnov A.E. The evolution of urban planning. M. : Stroyizdat, 1984. – 256 p.]
3. Волкова Т.Ф. Методы реконструкции городской среды [Электронный ресурс] / Т.Ф. Волкова // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 4. – Ч. 5. – Режим доступа: http://web.snauka.ru/issues/2015/04/51758 (дата обращения: 11.07.2022). [Volkova T.F. Methods of urban environment reconstruction [Electronic resource] / T.F. Volkova // Modern scientific research and innovation. – 2015. – Iss. 4. – Part 5. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2015/04/51758 (reference date: 11.07.2022).]
4. Дембич А.А. Проблемы пространственного планирования г. Набережные Челны в постсоветский период / А.А. Дембич, Ю.А. Закирова // Вестник МГСУ. – 2020. – № 15. – С. 641-654. [Dembich A.A. Problems of spatial planning of Naberezhnye Chelny in the post-Soviet period / A.A. Dembich, Y.A. Zakirova // Bulletin of MGSU. – 2020. – Iss. 15. – P. 641-654]
5. Исмагилова С.Х. Функционально-пространственная организация стыковых узлов в планировочной структуре Казанской агломерации / С.Х. Исмагилова, Ю.А. Закирова, Л.Ф. Закиева // Архитектура и строительство России. – 2022. – № 2 (242). – С. 44-49. [Ismagilova S.H. Functional and spatial organization of joint nodes in the planning structure of the Kazan agglomeration / S.H. Ismagilova, Y.A. Zakirova, L.F. Zakieva // Architecture and construction of Russia. – 2022. – Iss 2 (242). – P. 44-49.]
6. Zaletova, E. Sustainable urban regeneration of brownfield sites / E. Zaletova, S. Ismagilova, Arsenteva Y. // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021) : 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE - 2021), Kazan, 21–28 апреля 2021 года. Vol. 274. – France: EDP Sciences, 2021. – 1015 p. – DOI 10.1051/e3sconf/202127401015.
7. Zukin Sh. Naked City. The Death and Life of Authentic Urban Places (excerpts). // Journal of Economic Sociology. Vol. 19. Iss. 1. 2018. – Pp. 62-91. DOI: 10.17323/1726-3247-2018-1- 62-91.
8. Publishing S. Transformer: Reuse, Renewal, and Renovation in Contemporary Architecture / S. Publishing. – Gingko press. – 2010.
9. Biddau G. M., Marotta A., Sanna G. Abandoned landscape project design // City Territ Archit. 2020. – Vol. 7. – Iss. 10. – Pp. 1–17. DOI: 10.1186/s40410-020-00118-7.
10. Pittaluga P. Pioneering urban practices in transition spaces // City Territ Archit, 2020. – Vol. 7. – Iss. 18. – Pp. 1–10. DOI: 10.1186/s40410-020-00127-6.
11. Енин А.Е. Актуальные системные проблемы формирования застройки центра г. Воронежа /А.Е. Енин //Архитектурные исследования. – 2015. – №1 (1). – С. 4-10. [Enin A.E. Current system problems of the formation of the Voronezh city center development /A.E. Enin //Architectural research. – 2015. – Iss. 1 (1). – P. 4-10.]
12. Заплавная А.Э. Принципы реконструкции историко-культурной городской среды современных городов / Заплавная А.Э., Енин А.Е. // Архитектурные исследования, 2021. – № 4 (28). – С. 69-79. [Zaplavnaya A.E. Principles of reconstruction of the historical and cultural urban environment of modern cities / Zaplavnaya A.E., Enin A.E. // Architectural studies, 2021. – Iss. 4 (28). – P. 69-79.]
13. Заплавная А.Э. Преобразование жилой среды в современных крупных городах (системный подход и анализ) / Заплавная А.Э., Енин А.Е. // Архитектурные исследования, 2020. – № 4 (24). – С. 76-85. [Zaplavnaya A.E. Transformation of the living environment in modern large cities (systematic approach and analysis) / Zaplavnaya A.E., Enin A.E. // Architectural studies, 2021. – Iss. 4 (24). – P. 76-85.]
14. Заплавная А. Э. Проблемы сохранения и оптимального обновления архитектурно-планировочной структуры исторического центра Г. Воронежа / А. Э. Заплавная, А. Е. Енин, А. С. Танкеев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2021. – № 12(756). – С. 77-87. [Zaplavnaya A.E. Problems of preservation and optimal renewal of the architectural and planning structure of the historical center of Voronezh / Enin A.E., A.S.

Tankeev, A.E. Zaplavnaya // News of universities. Construction. – 2021. – Iss. 12. – P. 77-87.]
15. Colavitti A. M., Serra S. Non financial compensation for the redevelopment of the historic urban landscape: the case study of Villasor in Sardinia (Italy) // City Territ Archit. 2020. Vol. 7. Iss. 15. P. 1–15. DOI: 10.1186 / s40410-020-00124-9.
16. Чадович А.А. Сохранение или снос? Компромисс! / А.А. Чадович //Архитектура и современные информационные технологии / Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва: 2013. [Chadovich A.A. Preservation or demolition? Compromise! / A.A. Chadovich //Architecture and Modern Information Technologies / Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow: 2013.]

Информация об авторах.

Енин Александр Егорович, канд. архитектуры, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Российская Федерация.
e-mail: a_yenin@mail.ru
Танкеев Александр Семенович, канд. архитектуры, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Российская Федерация.
e-mail: AST1111@yandex.ru
Заплавная Алеся Эдуардовна, аспирант факультета архитектуры и градостроительства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Российская Федерация.
e-mail: A.zaplavnaya@yandex.ru

Information about the authors.

Alexander E. Enin, candidate of architecture, professor, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation.
email: a_yenin@mail.ru
Alexander S. Tankeev, candidate of architecture, Associate Professor, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation.
email: AST1111@yandex.ru
Alesya E. Zaplavnaya, post-graduate, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation.
email: A.zaplavnaya@yandex.ru

УДК: 72.01
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_84
EDN: LDMFUJ

Потенциал проектной деятельности при изучении архитектурной идентичности

В.Н. Куприянов[1], Илизар Т. Мирсаяпов[1], И.Ф. Сайфуллин[1], А.Т. Хайруллина [1]
[1]Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. *Постановка задачи.* Актуальность статьи обусловлена тем, в современном учебном процессе, направленном на подготовку архитектурных специальностей, существуют пробелы, связанные с практическим изучением архитектурной идентичности. Серьезная проблема назрела в системе в подготовки специалистов – архитекторов во всей образовательной в ВУЗе цепи профессиональной подготовки. Практические и методологические аспекты такой проблемной области как «архитектурная идентичность» представляются продуктивными в восполнении глубоких знаний и практических навыков оперирования в архитектурной деятельности с гарантией избегания примеров формирования негативного облика средового окружения городов и поселений, а также тяжелых последствий визуальной агрессии и психологического травматизма от подобной пространственной среды.
Цель работы заключается в обосновании необходимости переформатирования образовательного процесса в архитектурной школе к ведущей роли практических проектных методов при изучении обширного архитектурного наследия на идентичность – а затем и ожидания положительных результатов от материализаций проектных замыслов в живой ткани городской и сельской среды. *Задачи исследования*: изучение применения проектных методов обучения на базе анализа публикаций российских и зарубежных авторов, помощь их в изучении архитектурной идентичности; выделение типов городской идентичности; разработка модели распределения участников исследования «архитектурной идентичности» по выполняемым задачам. *Результаты.* Авторами предложена модель пространственной деятельности, одним из базовых и ключевых терминов понятийного поля которой является определение «идентичности» в архитектуре как интегральной пластически выраженной величины в пространственной коммуникации цивилизации. *Выводы.* Теоретическая значимость результатов заключается в определении формата исследования «архитектурной идентичности» в виде проектной деятельности, организованной совместно с представителями других отраслей знаний. Практическая значимость проявляется в том, что совместная работа специалистов из различных областей знаний в ходе практико-ориентированного проекта по изучению «архитектурной идентичности» конкретного района позволит студентам-архитекторам получить необходимые навыки и компетенции в изучаемой сфере.

Ключевые слова: архитектурная идентичность, глобализация, архитектура, проектная деятельность, социология, история, градостроительство

Для цитирования: Куприянов В.Н., Мирсаяпов И.Т., Сайфуллин И.Ф., Хайруллина А.Т. Потенциал проектной деятельности при изучении архитектурной идентичности// Известия КГАСУ. 2023. № 1 (63), с.84-93, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_84,
EDN: LDMFUJ

The potential of project activities in the study of architectural identity

V.N. Kupriyanov[1], Ilizar T. Mirsayapov[1], I.F. Saifullin [1], A.T. Khairullina[1]
[1]Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

Abstract. The relevance of the article is due to the fact that there are gaps associated with the practical study of architectural identity in the modern educational process aimed at architecture specialty training. The lack of in-depth knowledge and practical skills in this area leads to errors in architectural design, as a result of which the appearance of cities and settlements suffers significantly. The environment arising in the process of the same type of construction is uncomfortable for living and does not fulfill the main role of architecture as an environment reflecting the socio-cultural values of a particular region. The purpose of the article is to substantiate the application of design teaching methods in the study of the architectural identity of cities and rural settlements. The authors propose a model for organizing the project work of architecture students in the study of architectural identity. The article is intended for teachers of higher educational institutions.

Keywords: architectural identity, globalization, architecture, project activity, sociology, history, urban planning

For citation: Kupriyanov V.N., Mirsayapov I.T., Saifullin I.F., Khairullina A.T. The potential of project activities in the study of architectural identity // News KSUAE. 2023. No. 1 (63), p. 84-93, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_84, EDN: LDMFUJ

1. Введение

Проектные методы обучения в настоящее время нашли широкое применение в учебном процессе, в том числе и при подготовке студентов архитектурных специальностей [1-5]. Применение проектной деятельности в высшем образовании с целью совершенствования процесса обучения рассматриваются такими авторами, как Д. Д. Дмитриева, Р.И. Бтемирова [6,7]. Анализ преимуществ проектных методов в высшем образовании изучают Т.В. Малкова, А.Ю. Баранов [8]. Вопросы использования метода проектов изучают в своих статьях И.Г.Тучкова, С.А. Алашеева [9,10]. Опыт применения проектных методов анализируется Е. И. Шаровой [11].

Применительно к архитектурному образованию, такие авторы, как Е.Т.Суиндиков, Б.М. Гомарова изучают применение метода проектов при обучении архитектурным специальностям и приходят к выводу о том, что данный метод способствует формированию у студентов комплекса образовательных компетенций (знаний, умений, способностей), существенно повышающих эффективность как учебы в вузе, так и после окончания процесса обучения [12]. О.Г.Иванова, А.В.Копьёва, О.В.Масловская рассматривают вопросы формирования профессиональных навыков при проектной деятельности студентов архитектурно-дизайнерского направления с учетом практико-ориентированных аспектов их подготовки [13]. Н.Ф.Рябов приводит в своей работе результаты организации проектно-игровой деятельности при подготовке абитуриентов архитектурных специальностей [14]. Л.В. Данченко, Н.К. Туктамышов выполняют экспериментальную апробацию модифицированного проектно-аналогового обучения в условиях подготовки будущих архитекторов в вузе [15].

Проблемы, связанные с архитектурной идентичностью, рассматриваются в работах различных авторов [16,17]. В.А. Храпова, М. А. Латышева изучает архитектурное пространство как фактор идентичности городской территории [18]. А.В. Цорик разбирает модель архитектурно-художественной идентичности города [19]. Д.А. Динмухаметова и М. Ю. Забрускова занимаются проблематикой архитектурной идентичности [20]. Современными авторами изучаются также вопросы сохранения и возрождения идентичности архитектуры [21-25].

Таким образом, можно отметить, что в областях архитектурной идентичности, организации проектной деятельности в высших учебных заведениях, включая архитектурное направление, накоплен достаточно серьезный материал, позволяющий предметно перейти к вопросам организации проектной деятельности при изучении архитектурной идентичности при подготовке архитектурных специальностей в высших учебных заведениях.

Цель работы заключается в обосновании необходимости переформатирования образовательного процесса в архитектурной школе к ведущей роли практических проектных методов при изучении обширного архитектурного наследия на идентичность – а затем и ожидания положительных результатов от материализаций проектных замыслов в живой ткани городской и сельской среды.

Задачи исследования: изучение применения проектных методов обучения на базе анализа публикаций российских и зарубежных авторов, помощь их в изучении архитектурной идентичности; выделение типов городской идентичности; разработка модели распределения участников исследования «архитектурной идентичности» по выполняемым задачам.

2. Материалы и методы

Исследование построено на использовании метода контент-анализа статей современных авторов, проведении качественных методов исследования (в виде неструктурированных интервью), направленных на раскрытие проблем, связанных с архитектурной идентичностью в среде преподавателей и студентов архитектурных специальностей, особенно в области реставрации исторического наследия.

Выбранная направленность исследований: выявление основных элементов проектной деятельности архитекторов при изучении архитектурной идентичности.

3. Результаты и обсуждение

Интерес к архитектурной идентичности существенно возрос в последнее время – все чаще поднимаются вопросы ее актуальности в архитектуре, начиная с градостроительства и урбанизма и до применения малых архитектурных форм в городском дизайне. Но до сих пор в области архитектуры не установлено однозначное определение термина «архитектурной идентичности». Связано это с тем, что данный термин включает в себя большое количество составных элементов и авторы трактуют это понятие в зависимости от методики изучения данного феномена.

Изначально термин «идентичность» широко использовался в гуманитарных науках и его применение в области архитектуры привело к множеству вопросов, связанных с оценкой данного явления. Переходя к трактовке термина «архитектурная идентичность» мы первоначально предполагаем, что объектом, который мы изучаем, является среда (город, поселение), имеющая свое уникальное архитектурное окружение.

Среди исследователей представляется интересной классификация Н.С. Дягилевой, которая выделила 3 типа городской идентичности (таблица 1), которую можно опосредованно применить и к оценке «архитектурной идентичности» [26].

Таблица 1

Типы городской идентичности

Представление	Определение
представление человека о себе как о жителе города	«Городская идентичность – компонент социальной идентичности личности, социокультурный конструкт, формируемый в результате идентификации человека с конкретной городской общностью и определяемый усвоением и воспроизводством символического капитала города, социальных норм и стиля жизни, объединяющих жителей данного города»
идентичность города	Представление человека о городе, которое включает в себя описание его сущности, особенности и отличия от других городов.
идентичность с городом	Конструкт, имеющий психологическую составляющую, как место жизни конкретного жителя, связанное с его рождением, проживанием, социальными связями.

Как видно, в данной классификации отсутствует ярко выраженная архитектурная составляющая, что приводит к трудностям при исследовании данного феномена с точки зрения архитектуры.

Развивая тему А.А.Скалкин предположил, что образ города представляет собой целостную картину, состоящую из знаковых частей и элементов, которая оценивается как жителями, так и приезжими, а своеобразие города состоит в наличии собственного городского образа. Он установил, что образ города, включающий в себя физические компоненты, такие как границы, пути, узлы, районы, ориентиры и идейные компоненты, определяющие взаимоотношения с пространством и присущие ему смыслы, является выражением идентификации города. В его исследовании выражается мнения, что требуется определение архитектурной идентичности пространства в противовес определениям идентичности, связанным с фокусированием на восприятии пространства индивидом. Основными при определении «архитектурной идентичности», по его мнению, должны быть следующие положения:

1 – смещение акцента именно на пространство, как набор материальных и нематериальных качеств, чей анализ возможен с точки зрения архитектуры;

2 – выявление уникальной совокупности указанных характеристик;

3 – определение набора качественных факторов пространственной среды посредством анализа ее уникальности, сложившейся в результате смешения культурных и социальных процессов;

4 – анализ представления о пространстве коренных жителей и туристов;

5 – различение идентичности и образа города.

В заключении было сформировано понятие архитектурной идентичности, как «естественным образом сформированная целостная узнаваемая совокупность материальных и нематериальных особенностей городской среды, ориентированная на внутреннее восприятие, обусловленная тождественностью с локальными факторами и представлениями о городе».

Другая точка зрения представлена в исследовании А.В.Цорик. Она предложила для замены термина «идентичность» в сфере архитектуры использовать понятие «архитектурно-художественная идентичность». В ее определении, «архитектурно-художественная идентичность города представляет собой совокупность свойств городской среды, образующих единую структуру, характеризующую ее своеобразие».

Особенностью предложенной ею модели является выявление «архитектурно-художественной идентичности» посредством структуры описания пространства, включающего различные категориальные слои городской среды.

Таким образом, суммируя попытки различных исследователей дать определение «архитектурной идентичности», можно заключить, что единого определения, способного удовлетворить всех, сформировать до сих пор не удалось. Однако при этом различными авторами предприняты определенные меры для определения структурных элементов «архитектурной идентичности», что позволяет осуществлять исследования пространства по тем или иным алгоритмам.

Актуальность изучения феномена «архитектурной идентичности» возникла, в первую очередь, с влиянием происходящих в мире процессов глобализации на идентичность на всех уровнях, как на уровне индивидов, так и на идентичности архитектуры различных регионов.

Следует отметить, что применительно к территории Российской федерации и стран бывшего СССР, идентичность городов страны была поставлена под угрозу уже со времени индустриального жилищного строительства. Именно в то время были разработаны и утверждены типовые проекты строительства многоэтажного жилья, которые применялись на всей территории страны. Это привело к тому, что подавляющее количество крупных городов заполонили однотипные, так называемые «спальные районы», в которых фактор уникальности архитектуры отсутствовал изначально.

В общемировом масштабе бурное развитие информационно-коммуникативных технологий оказало существенное влияние на многие аспекты жизни. Процессы глобализации привели к небывалой ранее открытости мира, что фактически отменило значение территориальных границ, как элемента, обеспечивающего обособленную жизнь

и развитие каждого государства и народа. Однако, вслед за преимуществами, которые приносит открытый мир в сфере распространения передовых промышленных технологий, медицины, образования, быстро выявились и недостатки, связанные, в первую очередь, с различным уровнем развития государств. В погоне за прогрессом игнорируются национальные, этнические и региональные особенности народов, проживающих в конкретных регионах, что приводит к тому, что подавляется их идентичность. Распространяемая процессами глобализации «потребительская» модель жизни, по вектору своего развития противоположна любым другим культурам и приводит к их фактическому уничтожению.

Уже в настоящее время существует ситуация, когда почти невозможно почувствовать себя посторонним находясь в любой стране – широкое использование одних и тех же технологий в различных отраслях жизни привело к тому, что исчезают различия между средой обитания человека в городских агломерациях. По мнению Н.М.Глебовой это парадоксальным образом приводит к тому, что у индивида исчезает чувство дома – если среда становится однотипной, то она ничем не отличается от любой такой другой и, соответственно, пропадает узнаваемость места, что является признаком идентичности [27].

При этом следует признать, что эти процессы невозможно повернуть вспять – тот потенциал развития, который высвободила глобализация, так или иначе будет воплощен в жизнь. И главным становится вопрос такого сочетания традиционных и современных архитектурных пространств, которые бы могли развиваться в диалектической связке с друг другом. Только в этом случае возможно сохранение «архитектурной идентичности» конкретного региона и создание архитектурных пространств, отражающих культуру, историю и взаимоотношения населения данной местности.

В связи с этим становится актуальным изучение архитектурной идентичности уже в процессе обучения в вузе. Чтобы реализовать на практике сложные задачи сочетания традиций и новаторства будущие архитекторы должны в процессе обучения приобрести соответствующие компетенции. Только в этом случае они смогут целенаправленно влиять на процессы сохранения уникальности существующих архитектурных пространств и противостоять тенденции глобализации «гомогенизировать города мира как можно больше», как сказал профессор Г.Маринотти.

На наш взгляд, именно проектная деятельность в ходе образовательного процесса имеет наибольший потенциал при изучении такого многопланового явления, как «Архитектурная идентичность». Вызвано это двумя условиями эффективного применения метода проектов – во-первых, практико-ориентированный подход, нацеленный на решение конкретной актуальной проблемы и во-вторых, мультидисциплинарный характер решаемой задачи. Накопленный исследователями позитивный опыт применения метода проектов в ходе обучения по архитектурным направлениям позволяет утверждать об эффективности планируемого метода при изучении «Архитектурной идентичности».

Для изучения «архитектурной идентичности» наиболее удобным нам представляется категориальный аппарат, разработанный А.В.Цорик.

Особенностью ее метода является описание структуры пространства через семь слоев. К таким слоям она отнесла следующие:

– структурно-каркасный слой, который является базовой категорией. Он включает в себя транспортную инфраструктуру и ее составляющие. Особое внимание отведено нестандартным участкам-ориентирам, присутствующим в пространстве и имеющих особое значение в городской среде;

– оронимический слой, характеризующий границы пространства, к которому относится ландшафт местности и вертикальное решение среды. В первую очередь, оронимический слой является проекцией идентичности пространства, которая возникла вследствие ландшафтных особенностей среды и определяется, в первую очередь, ансамблями возвышенностей и объектов, расположенных на них.

– вернакулярный слой – это сформированный территориями жилых районов города и отражающий народную характеристику районов, обычно тесно связанных с характером и родом деятельности в данном пространстве. В него также входят такие нематериальные

социокультурные компоненты, как городские легенды, местные истории, предания. Основным структурным элементом этого слоя является символика района.

– топонимический слой представляет собой систему принятой в пространстве ориентации. Данный слой представляет собой характер восприятия среды жителями с присвоением уникальных топонимов территориальным ориентирам и пространствам;

– художественно-эстетический слой сформирован культурно-творческим слоем поселения и является спецификой художественного восприятия города; Этот слой своим основным структурным элементом представляет собой народное творчество и сюжеты, которые отражают культурные доминанты общества;

– социокультурный слой – является слоем, основным структурным элементом которого являются знаковые и примечательные места данного пространства. То есть те места, которые являются для жителей наиболее привлекательными с эстетической точки зрения: парки, прогулочные зоны, видовые пространства, водные объекты и т.д.

На основе данной структуры нами предложена модель организации проектного обучения студентов архитекторов с привлечением специалистов из других научных направлений.

В таблице 2 предложена модель взаимодействия студентов-архитекторов с представителями других специальностей при исследовании «архитектурной идентичности».

Таблица 2

Модель распределения участников исследования «архитектурной идентичности» по выполняемым задачам

Слой	Состав группы	Результат
структурно-каркасный	градостроители	описание транспортной инфраструктуры и создание схемы связности района исследования, а также выявление точек-ориентиров в данной местности
оронимический	градостроители, архитекторы	описание ландшафта местности с указанием доминирующих вертикальных ансамблей
вернакулярный	историки, социологи	исследование «народной» характеристики района, местных историй, легенд, значений района, характеристики жителей
топонимический	социологи	исследование и описание топонимов принятых в исследуемом районе
художественно-эстетический	архитекторы	описание архитектурного окружения с определением существующих в нем элементов, истории их появления или заимствования
социокультурный	архитекторы, социологи	определение знаковых и узловых мест исследуемого района, которые имеют социально-культурное значение для жителей

Таким образом, на наш взгляд, именно проектная деятельность в ходе образовательного процесса имеет наибольший потенциал при изучении такого многопланового явления, как «Архитектурная идентичность».

4. Заключение

В результате работы было выявлено, что проектные методы обучения при изучении «архитектурной идентичности» могут быть внедрены в учебный процесс строительного вуза.

В результате работы были выполнены поставленные задачи исследования:

- на базе анализа публикаций российских и зарубежных авторов был изучен опыт применения проектных методов обучения,

- рассмотрена возможность применения проектных методов при изучении архитектурной идентичности;

- представлено выделение типов городской идентичности;

- разработана модель распределения участников исследования «архитектурной идентичности» по выполняемым задачам.

Можно с уверенностью заключить, что ввиду сложности и многокомпонентности феномена, только в ходе совместной проектной работы с представителями других направлений знаний возможно адекватное исследование «архитектурной идентичности».

Авторский вклад заключается в актуализации исследования феномена «архитектурной идентичности» с применением проектной деятельности в ходе обучения студентов-архитекторов и представлении модели проектной деятельности с привлечением специалистов из других направлений знаний, которая имеет значительный потенциал в данном вопросе. Теоретическая значимость результатов заключается в определении формата исследования «архитектурной идентичности» в соответствии с категориальным аппаратом изучения «архитектурной идентичности» в виде проектной деятельности, организованной совместно с представителями других отраслей знаний. Практическая значимость проявляется в том, что совместная работа специалистов из различных областей знаний в ходе практико-ориентированного проекта по изучению «архитектурной идентичности» конкретного района позволит студентам-архитекторам получить необходимые навыки и компетенции в изучаемой сфере. Четкая структура работ, определение зон ответственности позволит с одной стороны, проводить работы в рамках имеющихся на момент исследования компетенций и, с другой стороны, даст возможность студентам-архитекторам расширить свои знания в области истории, градостроительства и архитектуры.

В плане групповой работы выполнение исследования «архитектурной идентичности» позволит наработать опыт взаимодействия с представителями других направлений знаний, который будет востребован в практической деятельности.

Список литературы / References

1. BIM-technologies and digital modeling in educational architectural design / S. Mikhailov, A. Mikhailova, N. Nadyrshine, L. Nadyrshine // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan, 29 апреля – 15 2020 года. Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012168. – DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012168. – EDN RCNIBS.
2. The development of the educational institutions in the regions of contemporary Russia: current practice (on the example of the Republic of Bashkortostan) / L. M. Gaisina, Yu. N. Dorozhkin, S. G. Reshetova [et al.] // . – 2018. – Vol. 39, No. 38. – P. 2. – EDN AOCQFX.
3. Aidarova, G. Master's theses in architecture conducted at KSUAE: experience and prospects / G. Aidarova, I. Krasnobaev, Ya. Al-Nabuls // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan, 29 апреля – 15 2020 года. Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012175. – DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012175. – EDN CQVKPN.
4. Piatkowska K 2016 Moving towards competence in teaching architecture: the relationship of research and design in academia WMCAUS-2016 Proceedings, Prague pp 1476-1481. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.613
5. De la Maza R M, Vallejo C M 2017 Educating the architect. a philosophical approach to renovate the architectural project design teaching. In: 9th International conference on education and new learning technologies, EDULEARN Proceedings, Barcelona pp. 5458-5462. DOI: 10.21125/edulearn.2017.2245
6. Дмитриева, Д. Д. Метод проектов в системе высшего профессионального образования как средство формирования конкурентоспособности будущего выпускника / Д. Д. Дмитриева //. – 2018. – № 6(39). – С. 43. [Dmitrieva D. D. The method of projects in the system of higher professional education as a means of forming the competitiveness of a future graduate / D. D. Dmitrieva //. - 2018. - Iss. 6(39). - P. 43.]– EDN XSHJHN.

7. Бтемирова Р. И. Метод проектов в условиях современного высшего образования / Р. И. Бтемирова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3. – С. 217. [Btemirova R. I. Method of projects in the conditions of modern higher education / R. I. Btemirova // Modern problems of science and education. - 2016. - Iss. 3. - P. 217.]– EDN WXJCQR.
8. Малкова Т. В. Анализ преимуществ использования метода проектов в условиях современного высшего образования / Т. В. Малкова, А. Ю. Баранов // . – 2022. – № 2. – С. 112-116. [Malkova T. V. Analysis of the advantages of using the project method in the conditions of modern higher education / T. V. Malkova, A. Yu. Baranov // 2022. - Iss. 2. - P. 112-116.]– DOI 10.46418/2079-8210_2022_2_19. – EDN XQETLI.
9. Тучкова И. Г. Применение метода проектов в системе высшего образования / И. Г. Тучкова // Современное среднее профессиональное образование. – 2021. – № 2. – С. 50-52. [Tuchkova I. G. Application of the project method in the system of higher education / I. G. Tuchkova // Modern secondary vocational education. - 2021. - Iss. 2. - P. 50-52.]– EDN VYTOFN.
10. Алашеева С. А. Особенности реализации проектной деятельности студентов / С. А. Алашеева // Современный ученый. – 2020. – № 5. – С. 90-93. [Alasheeva S. A. Features of the implementation of students' project activities / S. A. Alasheeva // Modern scientist. - 2020. - Iss. 5. - P. 90-93.]– EDN AKHQYI.
11. Шарова Е. И. Опыт применения метода проектов на уровне высшего образования / Е. И. Шарова // Инновационные технологии в науке и образовании. – 2015. – № 1(1). – С. 198-199. [Sharova E. I. Experience in applying the project method at the level of higher education / E. I. Sharova // Innovative technologies in science and education. - 2015. - Iss. 1(1). – P. 198-199.]– EDN UZGMBP.
12. Суиндиков Е.Т., Гомарова Б. М. Возможности использования метода проектов для улучшения эффективность профессионального образования будущих архитекторов // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2018. – № 2-4(34). – С. 5-9. [Suindikov E.T., Gomarova B.M. Possibilities of using the project method to improve the efficiency of professional education of future architects // Actual scientific research in the modern world. - 2018. - Iss. 2-4 (34). - P. 5-9.] – EDN YXBWBZ.
13. Иванова О. Г. Формирование профессиональных навыков через проектную деятельность у студентов архитектурно-дизайнерского профиля / О. Г. Иванова, А. В. Копьева, О. В. Масловская // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 6-1. – С. 146-152. – [Ivanova O. G. Formation of professional skills through project activities among students of architectural and design profile / O. G. Ivanova, A. V. Kop'eva, O. V. Maslovskaya // Modern science-intensive technologies. - 2021. -Iss. 6-1. - P. 146-152.] DOI 10.17513/snt.38713.– EDN SCMRUD.
14. Рябов, Н. Ф. Возможная форма творческой самореализации студента-архитектора начального этапа обучения / Н. Ф. Рябов // . – 2020. – № 58-1. – С. 20-26. – DOI 10.18411/lj-02-2020-03. – EDN PVPZBH. [Ryabov N. F. A possible form of creative self-realization of a student-architect of the initial stage of education / N. F. Ryabov //2020. - Iss. 58-1. - P. 20-26. – DOI 10.18411/lj-02-2020-03. – EDN PVPZBH.]
15. Данченко Л. В. Модифицированный проектно-аналоговый метод обучения будущих архитекторов / Л. В. Данченко, Н. К. Туктамышов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 523. [Danchenko L. V. Modified project-analog method of teaching future architects / L. V. Danchenko, N. K. Tuktamyshov // Modern problems of science and education. - 2015. -Iss. 5. - P. 523.]– EDN KHICWC.
16. Gudina, M. The principles of identity in the renovation of industrial buildings in historical cities of Russia / M. Gudina, E. Prokofiev // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan, 29 апреля – 15 2020 года. Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012015. – DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012015. – EDN GPWWLO.
17. Экономическая оценка мероприятий по повышению привлекательности историко-архитектурного объекта на примере г. Болгар / Э. И. Шагиахметова, О. Н. Боровских, А. Ш. Низамова, Д. К. Бирюлева // Вестник экономики, права и социологии. – 2020. – № 4. – С. 63-69. [Economic assessment of measures to increase the attractiveness of a historical and architectural object on the example of the city of Bolgar / E. I.

Shagiakhmetova, O. N. Borovskikh, A. Sh. Nizamova, D. K. Biryuleva // Bulletin of Economics, Law and Sociology. - 2020. - Iss. 4. - P. 63-69]– EDN YJPRNQ.
18. Храпова В. А. Архитектурное пространство города как фактор формирования идентичности (на примере города Волгограда) / В. А. Храпова, М. А. Латышева // LogosetPraxis. – 2020. – Т. 19, № 2. – С. 99-105. [Khrapova V. A., Latysheva M. A. Architectural space of the city as a factor in the formation of identity (on the example of the city of Volgograd) // Logoset Praxis. - 2020. - Vol. 19, Iss. 2. - P. 99-105.]– DOI 10.15688/lp.jvolsu.2020.2.10. – EDN ZHFCEG.
19. Цорик А. В. Модель архитектурно-художественной идентичности города / А. В. Цорик // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 3. – С. 314-318. [Tsorik A. V. Model of architectural and artistic identity of the city / A. V. Tsorik // Innovations and investments. - 2021. - Iss. 3. - P. 314-318.]– EDN YKRZRW.
20. Динмухаметова, Д. А. Проблема архитектурной идентичности / Д. А. Динмухаметова, М. Ю. Забрускова // Вестник магистратуры. – 2022. – № 4-1(127). – С. 73-75. [Dinmukhametova, D. A. The problem of architectural identity / D. A. Dinmukhametova, M. Yu. Zabruskova // Bulletin of the Magistracy. - 2022. - Iss. 4-1 (127). – P. 73-75.]– EDN KGIPBQ
21. Надырова, Х. Г. Проблема Возрождения идентичности архитектуры Старо-татарской слободы Казани / Х. Г. Надырова // Историческая этнология. – 2019. – Т. 4. – № 2. – С. 255-263.[Nadyrova, H. G. The problem of reviving the identity of the architecture of the Old Tatar settlement of Kazan / H. G. Nadyrova // Historical ethnology. - 2019. - Vol. 4. - Iss. 2. - P. 255-263.] – DOI 10.22378/he.2019-4-2.255-263. – EDN ACWAIC.
22. Stepanchuk, A. «Genius Loci» as a resource for the development of historical areas of the city / A. Stepanchuk, S. Gafurova, M. Latypova // IOP conference series: Materials Science and Engineering, Kazan, Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012013. – DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012013. – EDN USFJJE.
23. National and international components in contemporary architecture and design / A. Mikhailova, S. Mikhailov, A. Ibragimova [et al.] // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021) : 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE - 2021), Kazan, 21–28 апреля 2021 года. Vol. 274. – France: EDP Sciences, 2021. – P. 1003. – DOI 10.1051/e3sconf/202127401003. – EDN CLBTLD.
24. Parametric methods for constructing the Islamic ornament / N. Nadyrshine, A. F. Nadyrshine, R. Khafizov [et al.] // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021) : 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE - 2021), Kazan, 21–28 апреля 2021 года. Vol. 274. – France: EDP Sciences, 2021. – P. 9009. – DOI 10.1051/e3sconf/202127409009. – EDN ZPSWSP.
25. Nadyrova, K. G. Identity of the architecture of mosques in Russia in the late XX-early XXI century (as exemplified by Tatarstan) / K. G. Nadyrova, D. A. Nadyrova // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan, 29 апреля – 15 2020 года. Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012023. – DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012023. – EDN JDODHY.
26. Дягилева Н.С. Теоретические аспекты городской идентичности // Брендинг малых и средних городов России: опыт, проблемы, перспективы. – Екатеринбург: УРФУ. – 2013. –С. 54-59 [Diaghileva N.S. Theoretical aspects of urban identity // Branding of small and medium-sized cities in Russia: experience, problems, prospects. - Yekaterinburg: URFU. - 2013. - P. 54-59.]
27. Глебова, Н. М. Роль архитектурной идентичности в условиях глобализации / Н. М. Глебова // – 2017. – № 11-1(53). – С. 5-13.[Glebova, N. M. The role of architectural identity in the context of globalization / N. M. Glebova // - 2017. - Iss. 11-1 (53). - P. 5-13.] – EDN ZWPLFV.

Сведения об авторах

Куприянов Валерий Николаевич, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация,
Email: kuprivan@kgasu.ru

Мирсаяпов Илизар Талгатович, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация,
Email:mirsayapov@kgasu.ru,
Сайфуллин Искандэр Фуадович, старший преподаватель, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация,
Email:lasaif@mail.ru
Хайруллина Альбина Тагировна, старший преподаватель, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация,
Email: steffanili@mail.ru

Information about the authors

Valery N. Kupriyanov, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of the RAACS, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: kuprivan@kgasu.ru
Ilizar T. Mirsayapov, doctor of technical sciences, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
E-mail: mirsayapov1@mail.ru
Iskander F. Saifullin, Senior Lecturer, Department of Theory and Practice of Architecture, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation,
Email: lasaif@mail.ru
Albina T. Khairullina, Senior Lecturer, Department of Reconstruction, Restoration of the Architectural Heritage and the Fundamentals of Architecture, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation,
Email:steffanili@mail.ru

УДК: 72.007 (470.4)
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_94
EDN: MXBKAH

Новые факты в биографии известного казанского архитектора XIX века Яков-Генриха Бернардовича Руша

Р.К. Мухитов[1], Х.Г. Надырова[1], Д.В. Хуснутдинова[1]
[1]Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи.* Основной проблемой исследования творческого пути известного казанского архитектора Яков-Генриха Бернардовича Руша является отсутствие достоверной информации о его жизни до переезда в г.Казань. Несмотря на то, что он является автором большого количества значимых для Казани построек, среди которых Александровский пассаж, дом наследников Д.И.Черноярова, дом М.Ш.Шамиль, дом Л.В.Кекина и многие другие, в его биографии до сих пор остается большое количество неточностей. Цель работы – исследование периода жизни Генриха Руша с 1849 по 1880 гг, а также его влияния на творческую деятельность и судьбу архитектора. Задачами исследования являются поиск, изучение и анализ материалов, связанных с жизнью Г.Б.Руша за 31 год жизни, в период с 1849 по 1880 гг., а также составление целостной картины биографии архитектора этого периода.
Результаты. В статье представлены результаты работы по впервые выявленным архивным и ранее не публиковавшимся документам Российского государственного исторического архива г.Санкт-Петербурга, а именно – личным делом Генриха Руша в Императорской Академии Художеств. Обнаружены такие документы как метрическое свидетельство, свидетельство об окончании гимназии, экзаменационный лист поступающего в Академию, различные заявления, прошения, докладные записки, письма и свидетельства, связанные с периодом обучения Генриха Руша в Императорской Академии Художеств и жизнью в Санкт-Петербурге.
Выводы. В результате анализа выявленных материалов определены многие неизвестные ранее факты биографии архитектора, а именно: дата и место рождения, данные о родителях, формирование Генриха Руша во время обучения в Императорской Академии Художеств, оказавшее влияние на его переезд в Казань и дальнейшую судьбу как архитектора.

Ключевые слова: архитектор Г.Б. Руш, Императорская Академия Художеств, биография, учебная деятельность, архитектурное образование.

Для цитирования: Мухитов Р.К., Надырова Х.Г., Хуснутдинова Д.В. Новые факты в биографии известного казанского архитектора XIX века Яков-Генриха Бернардовича Руша // Известия КГАСУ. 2023. №1 (63), с.94-103, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_94, EDN: MXBKAH

New facts in the biography of the famous Kazan architect of the 19th century Jacob-Heinrich Bernardovich Rusch

R.K.Mukhitov[1], H.G. Nadyrova[1], D.V.Khusnutdinova[1]
[1]Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

Abstract: *Problem statement.* The main problem in the study of the creative path of Jacob-Heinrich Bernardovich Rusch is the lack of information about his life before moving to Kazan. Despite the fact that he is the author of a large number of buildings important for Kazan, including Aleksandrovsky passage, the house of the heirs of D.I.Chernoyarov, the house of

M.Sh.Shamil, the house of L.V.Kekin and many others, there are still a large number of inaccuracies in his biography. The work is aimed at studying the period of the life of Heinrich Rusch from 1849 to 1880 as well as his influence on the creative activity and fate of the architect. The objectives of the study are to search, study and analyze materials related to the life of H.B. Rusch for 31 years of his life, in the period from 1849 to 1880, as well as compiling a complete picture of the biography of the architect of this period.
Results. The paper presents the results of work on the first identified archival documents of the Russian State Historical Archive of St. Petersburg, namely, the personal file of Heinrich Rusch at the Imperial Academy of Arts. Documents such as a birth certificate, a certificate of graduation from the Gymnasium, an examination sheet for entering the Academy, various applications, petitions, memorandums, letters and testimonies related to the life of Heinrich Rusch and his interaction with the Imperial Academy of Arts were found.
Conclusions. Thanks to the revealed materials, many previously unknown facts from the life of the architect were determined, namely the date and place of birth of Heinrich Rusch and his path while studying at the Imperial Academy of Arts, which influenced the further fate of the architect.

Keywords: architect H.B. Rusch, Imperial Academy of Arts, biography, academic performance, architectural education.

For citation: Mukhitov R.K., Nadyrova H.G., Khusnutdinova D.V. New facts in the biography of the famous Kazan architect of the 19th century Jacob-Heinrich Bernardovich Rusch // News KSUAE 2023 №1 (63), p. 94-103, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_94, EDN: MXBKAH

1. Введение

Яков-Генрих Бернардович Руш – архитектор, работавший в г. Казани в период с 1880 по 1905 гг., один из наиболее ярких представителей Казанского архитектурного сообщества XIX века. По сей день такие объекты как Александровский пассаж, дом купца Черноярова, дом Кекина и другие его здания украшают столицу республики Татарстан своим видом. [1-4]

Актуальность данного исследования обусловлена недостаточной изученностью периода жизни Генриха Руша до его переезда в г.Казань, что позволило бы понять его становление в качестве архитектора. Исследований об этом временном промежутке на данный момент не существует, а достоверных фактов крайне мало. Освещаются лишь отдельные фрагменты жизни и творчества архитектора после его переезда в Казань, которые, как правило, связаны с конкретными постройками его авторства. В рамках исследования рассмотрены работы, в которых освещен только поздний период творчества Г.Б.Руша: диссертация Л.М.Муртазиной на тему «Профессиональная и общественная деятельность архитекторов Казанской губернии: Вторая половина XIX-начало XX в.» [5], а также монография С.П.Саначина «Исследования по истории Казанского края, преимущественно Казани». Одним из важных источников является именно монография С.П.Саначина, так как в ней дается описание некоторых событий из жизни Г.Б.Руша в Казани.[6] Информация об архитекторе также размещена в «Татарской онлайн-энциклопедии Tatarica», однако, даты, отображающие события, происходившие до переезда Генриха Бернардовича в Казань являются приблизительными и не соответствуют действительности [7]. В рамках исследования была изучена литература об Императорской Академии художеств [8, 9] и Царстве Польском.[10]

Целью данной работы является исследование периода жизни Генриха Руша до его переезда в г.Казань, а именно 1849-1880 гг., а также его влияния на творческую деятельность и судьбу архитектора.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- найти, изучить и проанализировать материалы, связанные с жизнью Г.Б. Руша за 31 год, в период с 1849 по 1880 гг.;
- выявить информацию о точных временных границах обучения архитектора в Императорской Академии Художеств, событиях, произошедших с ним за это время и причинах его переезда из Санкт-Петербурга в Казань;

- составить целостную картину биографии архитектора этого периода.

2. Материалы и методы

В данном исследовании использованы архивные материалы Российского государственного исторического архива г.Санкт-Петербург, так как все дореволюционные дела Императорской Академии Художеств переданы на хранение в этот архив в конце 1920-х – начале 1930-х гг. Все дела академии сформированы в фонд №789– Академия художеств МИД. Среди них найдено личное дело Генриха Руша, в котором хранятся метрическое свидетельство, свидетельство об окончании гимназии, экзаменационный лист поступающего в Академию, различные заявления, прошения, докладные записки, письма и свидетельства, связанные с жизнью Генриха Руша и его взаимодействием с Императорской Академией Художеств.[11]

Метод исследования основывается на анализе вновь выявленных историко-архивных и библиографических документов, а также их систематизации для оценки конкретных событий, произошедших в жизни Генриха Руша.

3. Результаты и обсуждение

Генрих Руш стал автором и руководителем строительства более 20 зданий, выделявшихся за счет уникального стиля среди проектов и построек его современников. (Рис.1) [12,13] Архитектор мастерски сочетал в своих проектах такие стили как необарокко, модерн, неоготика, мавританский стиль и др. До сих пор в его биографии остается большое количество белых пятен и неточностей, особенно о его жизни до переезда в Казань.

Рис.1. Яков-Генрих Бернардович Руш (http://www.millattashlar.ru/index.php/Файл:Руш_Генрих_Бернардович.jpg.)
Fig.1.Jacob-Heinrich Bernardovich Rusch (http://www.millattashlar.ru/index.php/Файл:Руш_Генрих_Бернардович.jpg.)

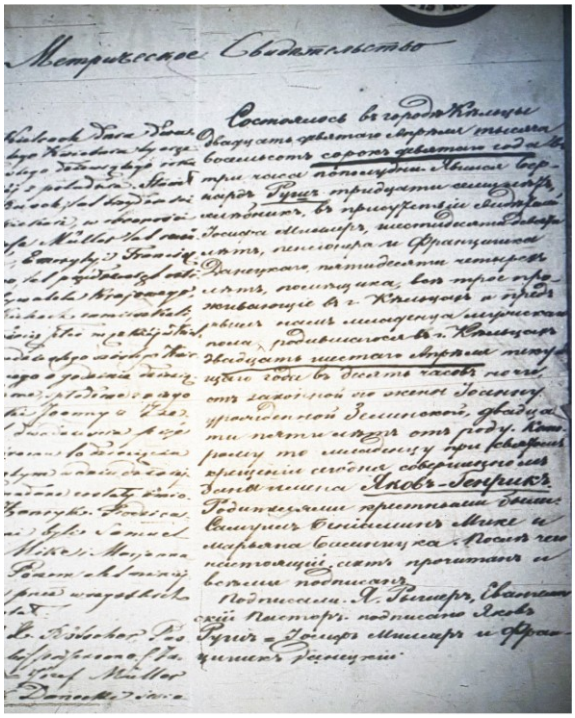
В рамках исследования в Российском государственном историческом архиве в г.Санкт-Петербург найдены новые материалы, в частности метрическое свидетельство, по которому можно с точностью установить, что Генрих Руш родился в городе Кельцы 26 апреля 1849 года в 10 часов ночи. К сожалению, на данный момент нет полной достоверной информации о его родителях. Исходя из данных свидетельства, он рожден от Бернарда Руша тридцати семи лет, то есть предположительно 1812 года рождения, который был хлебником[1], и его законной жены Иоанны, урожденной Зелинской, в возрасте двадцати пяти лет, предположительно 1824 года рождения. (Рис.2) Младенцу при крещении дано имя Яковъ-Генрикъ. В XVIII-XX вв. двойные имена были достаточно распространены среди немцев. Обычно первым именем (от немецкого «rufname») называли самого ребенка, а второе имя (от немецкого «zweiter Vorname») давали в честь какого-либо родственника, не обязательно отца или матери, или близкого для семьи человека. Однако, встречались исключения в порядке расположения имен, что, по всей видимости, и является нашим случаем, так как в последующем используется лишь имя Генрих.[14]

Город Кельце[2] сейчас располагается в центральной части Польской Республики. С 1815 по 1915 он являлся частью Царства Польского в составе Российской Империи. Руш,

[1] Устар. тот, кто печет или продает хлеб

[2] Польск. Kielce; русское название времен Царства Польского – Кельцы, в дореформенной орфографии писалось через «ять» - в соответствии с польским «ie»

несмотря на рождение на территории Российской Империи, оставался иностранцем и Баденским подданым. Это говорит нам о том, что скорее всего его отец эмигрировал из Великого герцогства Баден, расположенного на юго-западе современной Германии и являлся немцем по происхождению. Фамилия матери Герниха Руша – Зелинская. В 60% фамилия имеет польское происхождение. По этой причине мы можем сделать вывод, что Бернард Руш женился уже после своего переезда на коренной жительнице Царства Польского.



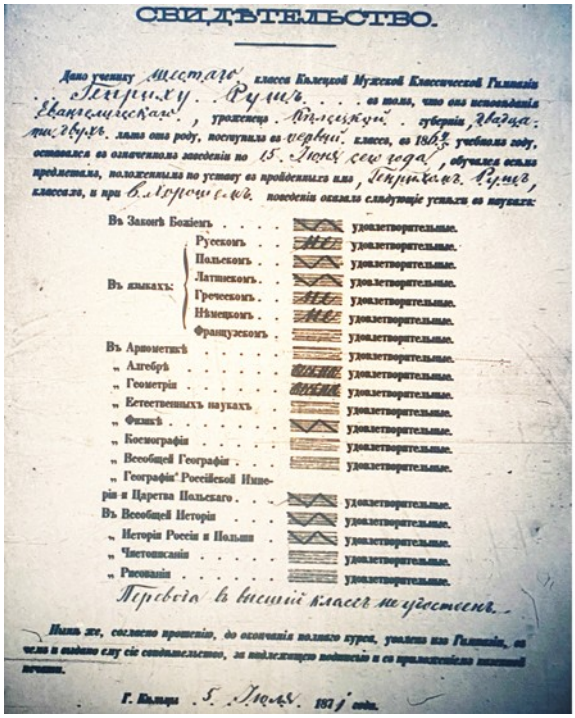
Метрическое свидетельство

Состоялось в городе Кельцы двадцать девятого Апреля тысяча восемьсот сорок девятого года в три часа пополудни. Явился Бернард Руш тридцати семи лет, хлебник, в присутствии свидетелей Иосифа Миллер, шестидесятидевяти лет, пенсионера и Франциска Данецкого, пятидесяти четырех лет, помещика, все трое проживающие в г.Кельцах и пред явил нам младенца мужского пола, родившегося в г.Кельцах двадцать шестого Апреля теку щего года в десять часов ночи от законной его жены Иоанны урожденной Зелинской, двадца ти пяти лет от роду. Которому то младенцу при священном крещении сегодня совершенном даны имена Яков-Генрих. Родителями крестными были: Самуил Бениамин Мике и Марьяна Басиницка(?). После чего настоящий акт прочитан и всеми подписан.
Подписали Я.Рыгнер. Евангелистский Пастор, подписано Яков Руш, Иосиф Миллер и Франциск Данецкий.

Рис.2. Метрическое свидетельство с расшифровкой
(Российский исторический государственный архив, ф.789, оп.9, д.170. Дело правления Императорской Академии Художеств. Руш Генрих)
Fig.2. Metric certificate with transcript
(Russian Historical State Archive f.789, op.9, d.170. Case of the Board of the Imperial Academy of Arts. Rusch Heinrich)

В Российском государственном историческом архиве г.Санкт-Петербурга найдено свидетельство об обучении Генриха Руша в Келецкой Классической Гимназии, согласно которому он окончил ее в 1871 году. (Рис.3) По этой причине можно сделать вывод, что до достижения 22 лет он оставался в месте своего рождения. Согласно этому же свидетельству Генрих Руш окончил 6 классов Келецкой Классической Гимназии. Поступил он туда в 1864 году в возрасте 15 лет. Также здесь указано, что он имел Евангелическое исповедание[3]. Согласно этому свидетельству, можно узнать, что Руш учился по трехбалльной системе оценивания: «весьма удовлетворительно», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно». Такая система существовала в России до 1935 года, затем ее сменили пятибалльной системой, так как три вида оценок сильно уравнивают знания учащихся. Генрих Руш изучал такие предметы как Закон Божий, языки: русский, польский, латынь, греческий и немецкий, а также алгебру, геометрию, физику, Всеобщую Историю, Историю России и Польши.

[3] Евангельские христиане (евангелические христиане, евангелисты, евангелики, евангельские верующие) – ряд протестантских конфессий, получивших обобщенное название от Евангелия, которое (как и в целом Библия) рассматривается как основной источник вероучения.



СВИДѢТЕЛЬСТВО.

Дано ученику шестаго класса Келецкой Мужской Классической Гимназіи Генриху . Рушъ . . . . . въ томъ, что онъ исповѣданія Евангелическаго, уроженецъ . Келецкой . губерніи, двадца-ти двухъ . лѣтъ отъ роду, поступилъ въ первый . классъ, въ 186⅘ учебномъ году, оставался въ означенномъ заведеніи по 15 Іюня сего года, обучался всѣмъ предметамъ, положеннымъ по уставу въ пройденныхъ имъ, Генрихомъ Рушъ, классахъ, и при хорошемъ поведеніи оказалъ слѣдующіе успѣхи въ наукахъ:

Въ Законѣ Божіемъ	. . .	удовлетворительные.
Въ языкахъ: Русскомъ	. .	не удовлетворительные.
Польскомъ	. .	удовлетворительные.
Латинскомъ	. .	удовлетворительные.
Греческомъ	. .	не удовлетворительные.
Нѣмецкомъ	. .	не удовлетворительные.
Французскомъ	. .	
Въ Ариѳметикѣ	. . . .	удовлетворительные.
„ Алгебрѣ	. . . .	весьма удовлетворительные.
„ Геометріи	. . . .	весьма удовлетворительные.
„ Естественныхъ наукахъ	.	
„ Физикѣ	. . . .	удовлетворительные.
„ Космографіи	. . . .	
„ Всеобщей Географіи	. . .	
„ Географіи Россійской Имперіи и Царства Польскаго	. .	удовлетворительные.
Въ Всеобщей Исторіи	. . .	удовлетворительные.
„ Исторіи Россіи и Польши	.	удовлетворительные.
„ Чистописаніи	. . . .	
„ Рисованіи	. . . .	удовлетворительные.

Перевода въ высшій классъ не удостоенъ.

Нынѣ же, согласно прошенію, до окончанія полнаго курса, уволенъ изъ Гимназіи, о чемъ и выдано ему сіе свидѣтельство, за надлежащею подписью и съ приложеніемъ казенной печати.

Г. Кельцы . 5. Іюля . 1871 года.

Свидетельство

Дано ученику шестого класса Келецкой Мужской Классической Гимназии Генриху Руш в том, что он исповедания Евангелического, уроженец Келецкой губернии, двадца-ти двух лет от роду, поступил в первый класс, в 1864/5 учебном году, оставался в означенном заведении по 15 Июня сего года, обучался всем предметам, положенным по уставу в пройденных им, Генрихом Руш, классах, и при хорошем поведении оказал следующие успехи в науках:

В Законе Божьем	удовлетворительные
В языках: Русском	не удовлетворительные
Польском	удовлетворительные
Латинском	удовлетворительные
Греческом	не удовлетворительные
Немецком	не удовлетворительные
Французском	
В Арифметике	
Алгебре	весьма удовлетворительные
Геометрии	весьма удовлетворительные
Естественных науках	
Физике	удовлетворительные
Космографии	
Всеобщей Географии	
Географии Российской Импе-рии и Царства Польского	удовлетворительные
В Всеобщей Истории	удовлетворительные
Истории России и Польши	удовлетворительные
Чистописании	
Рисовании	

Перевода в высший класс не удостоен

Ныне же, согласно прошению, до окончания полного курса, уволен из Гимназии, в чем и выдано ему сие свидетельство, за надлежащею подписью и с приложением калежской печати.

Г.Кельцы 5 Июля 1871 года

Рис.3. Свидетельство Келецкой Мужской Классической Гимназии 5 Июля 1871 года с расшифровкой
(Российский государственный исторический архив, ф.789, оп.9, д.170. Дело правления Императорской Академии Художеств Руш Генрих)
Fig.3. Certificate of the Kielce Men's Classical Gymnasium on July 5, 1871 with transcript
(Russian State Historical Archive, f.789, op.9, d.170. The case was assigned to the Imperial Academy of Arts Rusch Heinrich)

Оценки «весьма удовлетворительно» (эквивалентна современной оценке «отлично») Руш получил лишь по алгебре и геометрии. Особое прилежание к этим предметам уже в юном возрасте, по всей видимости, и привело к его особым успехам в будущем, когда он собственноручно проводил все расчеты при проектировании и строительстве. Свои знания он использовал также при издании задачников по геометрии для ремесленников.

Неизвестно, где Генрих Руш провел следующие два года, но уже 24 сентября 1873 года он направил прошение инспектору Императорской Академии Художеств с просьбой о зачислении в Академию на правах вольнослушателя. Повторное прошение в Совет Императорской Академии Художеств от 22 октября 1874 года также с просьбой Руша о зачислении на правах вольнослушателя по части архитектуры одобрили и Генриха зачислили в класс головы. Неизвестно, что помешало поступлению в Академию в первого раза. Возможно, это связано с неудачей на вступительных испытаниях, либо нехваткой денежных средств, так как, согласно обнаруженному прошению от 21 января 1875 года, посещение художественных классов Академии являлось платным. Генрих Руш заплатил за годовое обучение 12 руб. 50 коп. Однако, повторная попытка поступления говорит нам о четком намерении Руша стать именно архитектором и по всей видимости это желание и послужило причиной его приезда в Санкт-Петербург.

21 мая 1875 года Генрих Руш подает новое прошение в Совет Императорской Академии Художеств о дозволении сдачи вступительного экзамена в начале следующего учебного года уже в число студентов. Также он просит о разрешении сдачи экзамена за два первых курса. По всей видимости, дозволение он получил, так как в личном деле архитектора найден экзаменационный лист желающего поступить в число студентов Императорской Академии Художеств по архитектуре на имя Генриха Руша датированное августом 1875 года. Судя по оценкам, нельзя сказать, что экзамены сданы с большим успехом. Будущий студент получил следующие оценки: два балла по священной истории, два балла по словесности, три балла по физике, четыре балла по тригонометрии и пять баллов по химии. Также в листе указано, что Руш освобождается от сдачи всеобщей

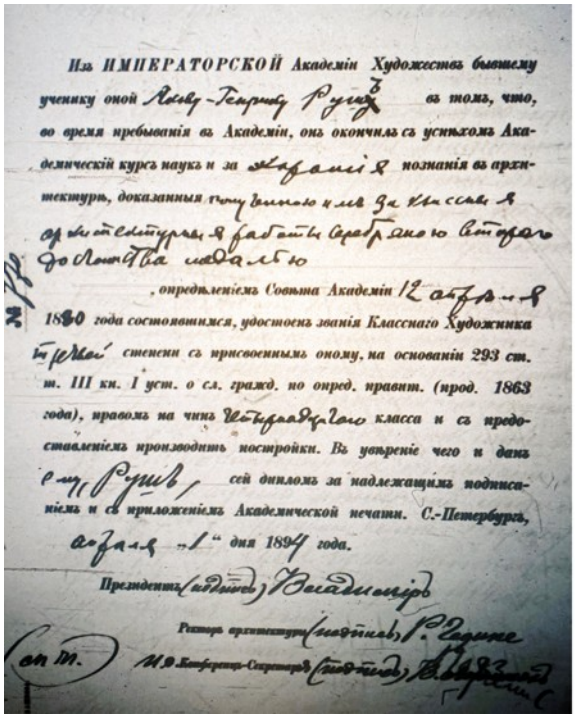
истории, русской истории, арифметики, алгебры и геометрии. Возможно, это связано с тем, что Генрих Бернардович уже изучал эти науки в гимназии, либо имел особые успехи по ним, будучи вольнослушателем. В экзаменационном листе указано, что Руш «находился в классе голов» по рисованию. Внизу листа указано, что наивысший балл – 5, а для поступления необходимо получить хотя бы 3 балла по каждому предмету. Несмотря на то, что по двум дисциплинам Генрих Бернардович получил недостаточно высокую оценку, согласно надписи в левом верхнем углу «иностранца принять», он его приняли в число студентов академии. Возможно, некоторые поблажки при поступлении ему дали благодаря его успехам и хорошей репутации среди профессоров во время обучения в качестве вольнослушателя.[15]

Вероятнее всего будущий архитектор действительно был на хорошем счету в Академии. Такие выводы можно сделать благодаря многочисленным прошениям Генриха Руша в совет Академии о выделении ему стипендии. Так, первое такое прошение не имеет датировки, но вероятнее всего относится к периоду начала обучения Руша в качестве студента в Академии. В нем говорится о том, что Генрих Бернардович просил выделить для него помещение на три месяца, по истечении которых он будет сам в состоянии арендовать комнату. Он также указывает, что на протяжении трех месяцев усердно готовился к вступительным испытаниям, вследствие чего его «денежные обстоятельства пришли в совершенный упадок». Здесь также указано, что Руш служил телеграфным чиновником при Телеграфном Ведомстве и работал там, в основном, по ночам, так как не хотел пропускать занятия в Академии в дневное время. 29 февраля 1876 года Генрих Бернардович подает новое прошение в совет Академии о выплате единовременного пособия по причине отсутствия «всяких средств существования». 17 марта 1878 года Руш подает докладную записку, в которой говорит, что «лишен всяких средств жизни» и по этой причине не может посещать все занятия и «делать те успехи, которые предписывает закон». Здесь же он просит о выдаче временной стипендии, чтобы иметь возможность подготовиться к сдаче в августе 1878 года выпускного экзамена. Руш успешно окончил обучение, что говорит нам о том, что его просьбы одобрялись Академией, и он получал необходимую помощь. Также найдена ассигновка[4] от 2 августа 1876 г. о назначенном пособии размером в 15 рублей. По этим данным можно сделать вывод, что, несмотря на финансовые сложности, Генрих Бернардович отличался особым усердием в учебе и ответственно подходил к получению образования. Постоянные обращения с прошением материальной помощи указывают на тот факт, что он не имел какой-либо денежной помощи со стороны своей семьи. На данный момент нет данных по какой причине это могло произойти, но можно предположить, что его семья либо не была достаточно обеспеченной, либо не поддерживала его желание стать архитектором. Эти доводы также подтверждаются запиской в Санкт-Петербургскую Мещанскую Управу с подписью ректора Академии, в которой говорится, что «Руш состоят в И.А.Х. учеником по архитектуре, никакого обеспечения не имеет и существует крайне скудными средствами, приобретаемыми им от незначительных частных занятий, так как вполне добросовестное исполнение им академических занятий по классу лишает его возможность иметь какие-либо другие усиленные работы».

Практически до самого окончания обучения Генрих Руш являлся иностранцем и Баденским подданным. На данный момент нет точных данных, по какой причине он решил подать на подданство Российской Империи. Возможно, это связано с тем, что архитектор не хотел иметь каких-либо ограничений, связанных с гражданством, в своей дальнейшей деятельности. Согласно прошению Императорской Академии Художеств от 18 февраля 1877 года Генрих Руш приведен в совещательное присутствие при Санкт-Петербургском Градоначальнике к присяге на подданство Российской Империи. После этого ему надлежало приписаться к соответствующему ему русскому сословию[5]. Генрих

[4] Документ, по которому производится расходование средств с кредитов, открытых должностному лицу или учреждению

[5] Термин Свода законов Российской империи, описывающий несколько «разрядов» подданных, пользующихся особыми правами



Из Императорской Академии Художеств бывшему ученику оной Якову-Генриху Руш в том, что, во время пребывания в Академии, он окончил с успехом Академический курс наук и за хорошие познания в архитектуре, доказанные полученною им за классные архитектурные работы серебряною второго достоинства медалью.

определением Совета Академии 12 апреля 1880 года состоявшимся, удостоен звания Классного Художника третьей степени с присвоенным оному, на основании 293 ст. т. III кн. I уст. о сл. гражд. по опред. правит. (прод. 1863 года), правом на чин четырнадцатого класса и с предоставлением производить постройки. В уверение чего и дан ему, Руш, сей диплом за надлежащим подписанием и с приложением Академической печати. С.-Петербург. апреля 1 дня 1894 года.

Президент (подпись) Владимир

Ректор архитектуры (подпись) Р.Гедике

И.О. Конференц-Секретаря (подпись) ???

Рис.4. Диплом Императорской Академии Художеств от 1 Февраля 1894 год с расшифровкой (Российский государственный исторический архив, ф.789, оп.9, д.170. Дело правления Императорской Академии Художеств Руш Генрих)

Fig.4. Diploma of the Imperial Academy of Arts dated February 1, 1894 with transcript (Russian State Historical Archive, f.789, op.9, d.170. Case of the Board of the Imperial Academy of Arts. Rusch Heinrich)

Руш сделал попытку вступить в мещанство[6], однако для этого ему следовало оплатить налоги за три года, что, по его словам, было для него затруднительно. По причине того, что после принятия присяги, ему было необходимо избрать род жизни, Императорская Академия Художеств подавала прошения о дозволении приписаться к Санкт-Петербургскому мещанскому сообществу бесплатно. В прошении также указано, что Генрих Руш «никакого обеспечения не имеет и существует крайне скудными средствами, приобретаемыми им от незначительных частных занятий, так как вполне добросовестное исполнение им академических занятий, по классам, лишает его возможности иметь какие-либо другие усиленные работы». Несмотря на просьбу Академии, мещанское сообщество отказало в выдаче приемного свидетельства на безвозмездной основе по причине того, что «…довольно уже обременено многими лицами, не имеющими никаких средств уплачивать следующие с них повинности», и предложило приписаться к другому мещанскому сообществу. Однако, Руша все-таки приняли в Санкт-Петербургское мещанское общество, так как распоряжением от 11 сентября 1879 года по прошению Императорской Академии Художеств его исключили Казенной палатой из Петербургских мещан, состоящих на льготе по 2-ю половину 1880 года.

12 июня 1879 года Генриху Рушу выдано свидетельство о приобретении звания Неклассного Художника и права на производство построек. В свидетельстве указано, что Генрих Бернардович окончил курс наук и получил малую серебряную медаль за хорошие познания в архитектуре. Согласно записям Императорской Академии Художеств, Руш получил медаль 8 апреля 1878 года за проект здания для Химической лаборатории при существующем Университете. При успешном окончании Императорской Академии Художеств выпускник получал одно из званий: Неклассный художник, Классный художник 3-й, 2-й или 1-ой степеней. Они присуждались на основании полученных медалей. За малую серебряную медаль студент получал квалификацию Неклассного

[6] Истор. городское сословие в дореволюционной России, состоявшее из мелких торговцев, ремесленников, низших служащих и т.п.

художника. Звание позволяло выйти из податного сословия, что и стало возможностью для Руша покинуть мещанство. Затем Генрих Бернардович направил прошение в совет Императорской Академии Художеств с просьбой удостоить его звания Классного художника. Запрос удовлетворили, и Руш приобрел звание Классного Художника 3-ей степени. Такое звание уже соответствовало присуждению большой серебряной медали, а также давало художнику классный чин в табели о рангах. Рушу присвоили чин XIV класса, что соответствовало чину Коллежского регистратора – низшему гражданскому чину. Как позже пишет сам Генрих Бернардович, его удостоили нового звания и большой серебряной медали в 1880 году за свой проект на конкурсе Императорской Академии Художеств.

В 1880 году Рушу поступило предложение стать руководителем строительства Александровского пассажа в г.Казань.[16] Как он сам говорит, его рекомендовало для этого Санкт-Петербургское Общество архитекторов. Возможно, что на это решение мог повлиять один из авторов проекта пассажа – архитектор Владимир Васильевич Суслов[7]. Он являлся студентом Академии с 1878 года, но уже на тот момент окончил курс наук в Московском училище ваяния и зодчества с присуждением ему малой серебряной медали. Вполне вероятно, что Владимир Васильевич и Генрих Бернардович познакомились в стенах Императорской Академии Художеств и находились в хороших отношениях. Суслов мог заметить талант и прилежание Руша в архитектуре, либо, зная о финансовых трудностях архитектора, проявить желание помочь ему в самореализации.

Руш принял предложение, и 13 мая 1880 года он подает прошение в Императорскую Академию Художеств о выдаче временного свидетельства на право производства работ. Запрошенное свидетельство выдано Генриху Бернардовичу с уточнением, что диплом на звание Классного художника третьей степени будет выдан ему после предоставления им практических работ.

Известно, что Генрих Руш являлся учеником и помощником профессора Роберта Андреевича Гедике[8] в течение 3 лет. Вполне вероятно, что после окончания обучения в 1879 году до его переезда в Казань в 1880 он работал в мастерской профессора и таким образом дополнял свои знания в архитектуре.

Однако, выполнить это требование Рушу не удалось. Как он сам пишет в прошении от 14 марта 1894 г, Генрих Бернардович явился в Императорскую Академию Художеств для получения аттестата сразу же после окончания строительства Александровского пассажа, то есть предположительно в 1883 году. В качестве предоставления практической работы, архитектор собирался выполнить расчеты по своему выпускному конкурсному проекту, но его не нашли в Академии. В качестве альтернативы один из профессоров Академии – Давид Иванович Гримм[9], который на тот момент являлся преподавателем, предложил Рушу собрать подписи со всех профессоров о том, что они в свою очередь не видят препятствий для выдачи Генриху Бернардовичу аттестата или диплома. Все подписи архитектор собрал в тот же день, что еще раз подчеркивает, что Руш был на хорошем счету в Академии. Однако, в выдаче диплома на этом основании архитектору отказали. Именно по этой причине, вернувшись в Казань, Генрих Бернардович продолжил свою деятельность на основании свидетельства на права производства работ, и вновь обратился в Императорскую Академию Художеств для получения диплома только лишь в 1894 году по причине зависти коллег и их попыткам лишить Руша права строительства.[17] В результате его прошение удовлетворили, и Генрих Бернардович получил диплом 1 апреля 1894 г. (Рис.4)

4. Заключение

1. В рамках исследования найдены, изучены и проанализированы материалы, связанные с жизнью Г.Б.Руша за 31 год, в период с 1849 по 1880 гг. В результате чего впервые

[7] Русский архитектор, реставратор и археолог, исследователь русского зодчества, академик и действительный член Императорской Академии художеств.
[8] Русский архитектор, академик и профессор Императорской Академии Художеств
[9] Русский архитектор, один из создателей русского стиля, академик архитектуры. Председатель Петербургского общества архитекторов (1888-1890)

установлены точные место, дата рождения и полное имя Генриха Руша, а также и данные об именах, возрасте и роде деятельности его родителей. Также определено место жительства и обучения архитектора до поступления в Императорскую Академию Художеств.

2. Составлена целостная картина биографии Г.Б.Руша в период с 1849 по 1880 гг. Выявлена информация о точных временных границах обучения в Императорской Академии Художеств, а также о ряде событий, произошедших с ним за это время. По результатам их анализа, можно с точностью утверждать, что Генрих Руш был способным и старательным студентом, и единственной преградой для прилежного обучения являлось скудное финансовое положение. Вероятнее всего именно недостаток денежного обеспечения стал основной причиной переезда архитектора из Санкт-Петербурга в Казань.

Список литературы/References

1. Ершов А.Н. Модерн в архитектуре Казани. Казань.: Интер-Графика, 2018 – 180 с. [Ershov A.N. Art Nouveau in the architecture of Kazan. Kazan.: Inter-Grafica, 2018 – 180 p.]
2. Kahraman A.D. Relationship of Modernism, Postmodernism and Reflections of it on Education // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2015. №174. P.3991-3996. DOI: 10.1016/2015.01.1146
3. Yamshanov I., Goryunov V., Murgul V. Architecture of Neogothic Castles, Palaces, Estates, Mansions and Profitable Houses in the Russian Empire XIX Century // Procedia Engineering.2015. №117, P.663-674. DOI:10.1016/2015.08.229
4. Агишева И.Н. Казань: путь длиною в тысячу лет: монография / Агишева И.Н., Куприянов В.Н., Агишева С.Т. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2017 – 383 с. [Agisheva I.N. Kazan: a journey of a thousand years: monography / Agisheva I.N., Kupriyanov V.N., Agisheva S.T. – Kazan: publishing house KSUAE, 2017 – 383 p.]
5. Муртазина Л.М. Профессиональная деятельность архитекторов Казанской губернии: Вторая половина XIX – начало XX вв.: дис. … канд. ист. наук: 07.00.02.- Казань, 2000.- 183 с.: ил. РГБ ОД, 61 01-7/458-8 [Murtazina L.M. Professional activity of architects of the Kazan province: The second half of the 19th – early 20th centuries: dis. … candidate of Historical Sciences: 07.00.02.- Kazan, 2000.- 183 p.: il. RGB OD, 61 01-7/458-8]
6. Саначин С.П. Исследования по истории Казанского края, преимущественно Казани: сборник статей. Казань.: Kazan – Казань, 2015 – 432 с. [Sanachin S.P. Research on the history of the Kazan region, mainly Kazan: digest of articles. Kazan.: Kazan, 2015 – 432 p.]
7. Руш Генрих // tatarica.org: татарская онлайн-энциклопедия Tatarica. URL: https://tatarica.org/ru/razdely/kultura/iskusstvo/arhitektura/personalii/rush-genrih (дата обращения: 05.12.2022)[Rusch Heinrich // tatarica.org: tatar online encyclopedia Tatrica. URL: https://tatarica.org/ru/razdely/kultura/iskusstvo/arhitektura/personalii/rush-genrih (reference date: 05.12.2022)]
8. Юбилейный справочник Императорской Академии художеств. 1764-1914 / Сост. Кондаков С.Н. [1-2; Санктпетерб.акад.художеств. – СПб: т-во Р.Голике и А. Вильборг, [1914]-[1915]. – 2 т.; 27. [Anniversary reference book of the Imperial Academy of Arts. 1764-1914 / Comp. Kondakov S.N. [1-2; St.Petersburg academy of arts. – Saint Petersburg, [1914]-[1915]. – 2 t.; 27
9. Калугина О.В., Марисина И.М., Тюхменева Е.А. Императорская Академия художеств в культуре Нового времени. Достижения. Образование. Личности. М.: БуксМАрт, 2016 – 432 с. [Kalugina O.V., Marisyna I.M., Tukhmeneva E.A. Imperial Academy of Arts in Modern Culture. Achievements. Education. Personalities. M.: BooksMArt, 2016 – 432 p.]
10. Белоусов М.С., Белоусов А.С, Куру А.И. Создание Царства Польского в дискурсе российской прессы // Научный диалог. 2021. №3. С.309-327. [Belousov M.S., Belousov A.S., Kuru A.I. Creation of the kingdom of Poland in the discourse of the Russian press // Scientific dialogue. 2021. №3. P.309-327]

11. Дело правления Императорской Академии художеств. Руш, Генрих, 1874 г. // РГИА, Ф.789, Оп.9, Д.170 [Case of the Board of the Imperial Academy of Arts. Rusch, Heinrich, 1874 y. // RGIA, F.789, Op.9, D.170]
12. Лактионова С.С. Неизвестные страницы биографии известного казанского инженера-архитектора Василия Андреевича Трифонова // Вестник магистратуры. 2021. №4-3 (115). С.32-34. [Laktionova S.S. Unknown pages of the biography of the famous Kazan engineer-architect Vasily Andreevich Trifonov // Bulletin of Magistracy. 2021. №4-3 (115). P.32-34.
13. Терентьева Е.В. Эволюция архитектуры промышленных объектов г.Казань с XIX до начала XXI веков // Вестник магистратуры. 2021. №1-3 (112). С.9-11 [Terentieva E.V. Evolution of the architecture of industrial facilities in Kazan from 19th to the 21st centuries // Bulletin of Magistracy. 2021. №1-3 (112). P.9-11]
14. Natkhov T., Vasilenok N. Skilled immigrants and technology adoption: Evidence from the German settlements in the Russian empire. // Explorations in Economic History. 2021. №81. DOI: 10.1016/2021.101399
15. Danaci H.M. Creativity and Knowledge in Architectural Education // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2015. №174, P. 1309-1312. DOI:10.1016/2015.01.752
16. Айдарова-Волкова Г.Н., Фахруллин Р.Ф., Ботерблум К. Историко-архитектурный анализ изображения Казани мастером Корнелисом де Брейном // Вестник СПбГУ. История. 2020. Т.65. Вып.2. С.566-583. [Aydarova-Volkova G.N., Fakhrullin R.F., Boterbloem C. Historical and architectural analysis of the image of Kazan by the master Cornelis de Bruyne // Bulletin of SPBU. History. 2020. V.65. Rel.2. P.566-583]
17. Bianco L. Architecture, values and perception: Between rhetoric and reality // Frontiers of Architectural Research. 2018. №7, P.92-22. DOI:10.1060/2017.11.003

Информация об авторах

Мухитов Ринат Киямович, доцент, кандидат архитектуры, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
Email: mukhitov@list.ru
Надырова Ханифа Габидулловна, доктор архитектуры, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
E-mail: nadyrova-kh@yandex.ru
Хуснутдинова Диана Вадимовна, магистрант, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
Email: diana-khusnutdinova@yandex.ru

Information about the authors

Rinat K. Mukhitov, Associate Professor, PhD in Architecture, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: mukhitov@list.ru
Khanifa G. Nadyrova, Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
E-mail: nadyrova-kh@yandex.ru
Diana V. Khusnutdinova, graduate student, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: diana-khusnutdinova@yandex.ru

УДК: 72.007 (470.4)
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_104
EDN: GSKLVC

Кирпичный декор культовых сооружений Казани второй трети XVIII-начала XX веков

С.С. Музеева[1], М. Ш. Фазлеев[1]
[1]Казанский государственный архитектурно-строительный университет
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи.* Актуальность исследования обусловлена необходимостью изучения традиционного кирпичного орнамента в декоре культовых сооружений Казани второй трети XVIII-начала XX веков. Целью настоящей работы является исследование архитектурно художественной особенности кирпичного орнамента Казани. Задачи исследования: изучить материалы, связанные с происхождением декоративной кирпичной кладки; выявить особенности кирпичной декоративной кладки, применимые в Казани.
Результаты. По результатам исследования было выявлено, что кирпичный декор культовых сооружений Казани отличается от столичных городов и городов Поволжья своим национальным своеобразием в декоре фасадов. Декоративные кирпичные элементы были заимствованы из восточных, европейских и азиатских стран, а после переработаны зодчими Казани.
Выводы. Значимость полученных результатов для архитектурной практики России заключается в том, что за счет выведения особенностей орнамента декоративной кирпичной кладки Казани периода второй трети XVIII-начала XX веков может дать информацию об архитектурном наследии Казани. Изложенные материалы могут стать базой для дальнейшего исследования кирпичного орнамента и сопоставления его декора с другим архитектурным декором городов России. Также материал способствует изучению истоков формирования кирпичных декоративных элементов фасада в Казани.

Ключевые слова: кирпичный декор фасадов, архитектура культовых сооружений, кирпичное узорочье, архитектурный стиль, лекальный кирпич.

Для цитирования: Музеева С. С., Фазлеев М. Ш. Кирпичный декор культовых сооружений Казани второй трети XVIII-начала XX веков // Известия КГАСУ. 2023. № 1 (63), с. 104-113, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_104, EDN: GSKLVC

Brick decoration of religious buildings of Kazan in the second third of the XVIII - early XX centuries

S.S. Mouzeeva[1], M. Sh. Fazleev[1]
[1]Kazan State University of Architecture and Engineering
Kazan, Russian Federation

Abstract: *Problem statement.* The relevance of the research is due to the need to study the traditional brick ornament in the decoration of religious buildings in Kazan in the second third of the 18th and early 20th centuries. The purpose of this work is to identify the architectural and artistic features of the Kazan brick ornament. The research objectives are to study materials related to the origin of decorative brickwork; to identify the features of brick decorative masonry applicable in Kazan.
Results. According to the results of the study, it was revealed that the brick decor of the religious buildings of Kazan differs from the capital cities and cities of the Volga region in its national identity in the decoration of facades. Decorative brick elements were borrowed from Eastern, European and Asian countries, and then reworked by the architects of Kazan.

Conclusions. The significance of the obtained results for the architectural practice of Russia lies in the fact that by deriving the ornamental features of the decorative brickwork of Kazan during the second third of the 18th-early 20th centuries, it can provide information about the architectural heritage of Kazan. The presented materials can become the basis for further study of brick ornament and comparison of its decor with other architectural decor of Russian cities. Also, the material contributes to the study of the origins of the formation of brick decorative elements of the facade in Kazan.

Key words: brick decoration of facades, architecture of places of worship, brick pattern work, architectural style, radial brick.

For citation: Mouzeeva S. S., Fazleev M. Sh. Brick decoration of religious buildings of Kazan in the second third of the XVIII- early XX centuries//News KSUAE. 2023. № 1(63), p.104-113, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_104, EDN: GSKLVC

1. Введение

Архитектура культовых сооружений - один из видов национальной культуры, к которой за последние десятки лет было оказано повышенное внимание. Архитектура и традиции оформления фасадов существует в неразрывной связи с государственностью народа. Ее развитие происходит как сложный процесс взаимодействия традиционных, религиозных, фольклорных, внешнеполитических и экономических компонентов, которые отражают национальную эпоху стиля текущего момента.[1]

Термин кирпичный стиль возникает как рациональное течение в конце XIX века. Начало этому течению в архитектуре положило творчество голландского архитектора Хенрика Петрюса Берлаге. Он проектировал здания в духе историзма, с использованием античных форм, но не из камня как это было ранее в античности, а из более дешевого строительного материала - кирпича. В облике кирпичного сооружения можно было увидеть сплав нескольких стилистических направлений, где были массивные стены с аркадами, относящиеся к древнему времени, но при этом с добавлением более мелких деталей, таких как декоративные пояски или поребрики. Самый расцвет этот кирпичный стиль в архитектуре получил в конце XVIII в. В фасадах кирпичных зданий сочеталось несколько стилей одновременно, например романский, готический и византийский. С помощью фигурной кладки кирпича на фасадах зданий создавались причудливые орнаменты карнизов, тяг, наличников, порталов, аркад, барабанов и др. В орнаменте кирпичной кладки использовалось многообразие стилей, которое визуально дробило фасад здания. Отсутствие целостного художественного стиля в композиции и стало носить название «кирпичный стиль». [2]

Архитекторы целенаправленно стали использовать высококачественный формовочный лекальный кирпич, полностью отказавшись от штукатурки на фасадах зданий. С помощью цвета, фактуры и комбинации кладки кирпича фасад здания приобретает художественную выразительность, а архитектурную деталь выводит на передний план. Начиная со второй половины XVIII века, были разработаны архитектурные альбомы, в которых предписывалось соблюдать установленные в России архитектурные стили. Местные зодчие дорабатывали детали в процессе стройки здания, стараясь упростить или удешевить постройку, но при этом саму архитектурную деталь выполнить максимально красивой. Так появились разнообразные вариации традиционной мечети и храмовой застройки в западноевропейских и псевдовосточных стилевых направлениях. [3]

Строительство кирпичных сооружений на территории России происходит на много раньше, чем появляются кирпичные заводы. Изначально кирпич изготавливали на строительных площадках, завозили глину, песок, печи. Это было слишком трудоемким процессом и занимало много времени. Массовое строительство кирпичных зданий в столицах и провинциальных городах России приходится на 1870-1890 года. На этот период в российской империи насчитывалось двадцать кирпичных заводов.[4]

Культовые сооружения Казани обладают богатым декоративным своеобразием рисунка кирпичной кладки, которое используется при строительстве и по сей день. [5]

К середине XIX века строительство из кирпича распространилось на всю Россию, как заметила Е.И. Кириченко, «в эклектике необходимо рассматривать архитектуру в неразрывной связи с планировками, конструкциями, обьемно-пространственной организацией здания, а так же внешними признаками».[6]

Цель работы - исследование кирпичной декоративной кладки культовых сооружений Казани.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить материалы, связанные с происхождением декоративной кирпичной кладки;
- выявить особенности кирпичной декоративной кладки, применимые в Казани.

2. Материалы и методы

Используемые в исследовании данные были получены из архивных материалов Национального архива Республики Татарстан, научной библиотеки им. Н.И. Лобачевского Казанского федерального университета, архива кафедры реконструкция, реставрация архитектурного наследия и основ архитектуры Казанского государственного архитектурно-строительного университета.

Метод основывается на комплексном анализе, включающем в себя историко-архивный и литературный анализ, метод натурного измерения объектов. Методика данного исследования - поиск, анализ, систематизация и обобщение полученной и изученной информации.

3. Результаты и обсуждение

Термин кирпичный стиль становится популярным на всей территории России в конце XIX века. В народе такой стиль носить название «кирпичное узорочье» (рис. 1).

Рис. 1. Колокольня Богоявленского собора. Пример «кирпичного узорочья» Казани.
(источник: сайт kolokolnya-bogoyavlenskogo-sobora-v-kazani)
Fig.1Belfry of the Cathedral of the Epiphany.An example of the "brick pattern" of Kazan.
(source: site kolokolnya-bogoyavlenskogo-sobora-v-kazani)

Пластичность фасадов зависит от степени сухости или сочности проработки кирпичных деталей. Со второй половины XVIII века в Казани переходят на строительство зданий из кирпича, полностью отказавшись от камня, так как он становится более дорогим материалом.

Кирпич становится часто применяемым материалом при его использовании, так как он является практичным и предполагает возможность использования набора разных приемов кладки из лекального кирпича, создавая особенности декоративного стиля в

каждом городе. Лекальный кирпич-это тот же самый кирпич, но он имеет широкую постель и криволинейные боковые грани. Зодчему это позволяло создавать разнообразие вариантов формы кирпичных фасадов с разной степенью углубления или напуска кирпичных рядов. [7]

В Казани здания и сооружения, возведенные в «кирпичном стиле» составляют многочисленную группу архитектурных памятников, которые формируют архитектурное наследие города. В архитектурном сооружении формируются разнообразные детали оконных и дверных проемов, барабаны куполов и минаретов, а так же фризов и карнизов. Имеющиеся традиционные композиции фасадов отличаются друг от друга разнообразной вариацией кирпичных декоративных элементов. Для Казани характерны свои особенности «кирпичного стиля». Если в столичных городах зодчие старались больше не использовать ордерные формы и элементы древнерусского стиля, то в городах Поволжья наоборот придерживались этих форм. Древнерусский стиль определяется строгими вертикальными линиями, изредка дополняющимися плавными изгибами. Для пластики фасада характерно применение лопаток (простых и двойных), стрельчатых порталов, арочных поясов, композиций двойных и тройных окон, ниш, аркатурных поясков. [8]

Декор кирпичных сооружений соответствует характеру народной культуры, и он тесно связан с национальной формой орнамента. Не имея разнообразного по цвету кирпича, терракотовых вставок и изразцов, мастера создают стилизованные колонны, аркады, выстраиваются подкарнизные модульоны, вырезают из кирпича сухарики и другие декоративные элементы.

В Казани сохранилось тринадцать исторических каменно-кирпичных мечетей, большинство из них заменили деревянные постройки. За образец некоторых мечетей брали аналоги восточных сооружений и проектированием занимались местные архитекторы, которые перерабатывали облик и формы зданий в своем понимании. Таким образом, в результате работы архитектора и всех пожеланий заказчика появляется стиль, непохожий на традиционный восточный, в котором нет такой роскоши и такого изобилия декоративных форм. Фактически это единственные монументальные памятники татарской архитектуры, сохраившихся до наших дней.

Особенностью кирпичного стиля в Казани было преимущественное употребление треугольных фронтонов, отсутствие фигур животных на фасаде, появление зигзагообразных элементов, также совершенно оригинальные мотивы, присущие только татарской культуре, применявшихся повсеместно в Казани. Так же еще одной особенностью Казанских мечетей является построение минарета в центре здания, отсутствие айванов, аркад, больших входных порталов, что делает мечеть уютнее для прихожан. Кроме того исторические мечети имели скромный светский декор фасада, что позволило сохранить здание в советский период. [9]

Кирпич сначала использовался как один из легко обрабатываемых материалов, позднее он стал как основной строительный материал. Зодчие начали придумывать сложные конфигурации орнамента. Использование кирпичного декора на фасаде здания можно разделить на две группы:

1. Следование стандартам западного стиля в переработке русских архитекторов, но с применением традиционных для казанской архитектуры подходов и технических приемов воплощения. В их числе: низкая пластика стены, отсутствие портиков, колоннад, своеобразная гамма цветов, замена в ряде случаев лепных декоративных элементов более простыми деталями, редко росписями [10].
2. Следование стандартам Казанского оформления кирпичного декора. Было оформление фасадов с применением традиционных для татарской средневековой архитектуры мотивов (михрабообразных ниш, ракушек, сияний, витражей, круглых окон, полосатой и зигзагообразной раскраски, орнаментов и другое).[11].

Для изучения особенности декоративной кирпичной кладки необходимо изучить памятники культовых кирпичных сооружений того периода, сохранившихся до наших дней. К таким сооружениям относятся: Бурнаевская мечеть (третья казанская мечеть в Старо-татарской слободе 1872 г.), Азимовская мечеть (шестая соборная мечеть), Мечеть Нурулла(Сенная 1845-1849 гг.), Султановская мечеть (восьмая соборная мечеть), Розовая Мечеть (1906 г.), Закабанная мечеть (1926 г.).

Храмовая архитектура по своей форме богаче и красочнее своим кирпичным декором. Из храмовой архитектуры можно выделить: Богоявленский собор (1731-1756 гг.), Храм в честь святого Варсонофия (1896–1901 гг.), Собор Покрова Пресвятой Богородицы (1909 г.), Церковь Иконы Божией Матери (1912 г.).

Данные культовые сооружения остались не оштукатурены, и мы можем наблюдать их кирпичные декоративные элементы на фасаде.

Каждая мечеть и каждый храм являются уникальными своим обликом, своим минаретом или колокольней.

Башенные формы. Башня является одним из знаковых элементов художественного образа сооружения. Внешнее оформление башни, а именно пропорции, декоративные элементы помогают отнести сооружение к той или иной национальной традиции. Встречаются андалусские, иранско-среднеазиатские и мамлюкские виды.

Порталы. Один из древних мотивов, сохранившийся в татарской архитектуре Казани вплоть до начала XX века. Входные порталы встречались двух видов: объемные и плоские. Объёмные порталы значительно выступали вперёд и выглядели отдельным объемом, примыкающим к зданию. Плоский же слабо выступал вперёд. Порталы всегда увенчивались тимпаном и могли иметь дополнительные украшения: срезанный угол, приставные колонны и пилястры, мукарнасы, картуши с надписями и без них, орнаментами. Тимпаны, стилизованные в западном духе имели прямоугольные сегменты с «замковыми камнями». Тимпаны, стилизованные в восточном стиле, имеют завершение более декорированное - оформленное резным узором. Характерный османский портал в традициях XVI-XVII вв., обрамляет вход Азимовской мечети и имеет более простую форму, чем у мечети Нуруллы (рис. 2).

Рис. 2. Стилизованные тимпаны у входа Азимовской мечети и мечети Нуруллы.
источник (https://inde.io/article)
Fig. 2. Stylized tympanums at the entrance of the Azimov Mosque and the Nurulla Mosque.
source (https://inde.io/article)

Арки. Оформление фасадной арки с конца XVIIIи до середины XIXв. решалось в рамках западных стилей с применением стандартных для них деталей: рустовки, замковых камней и т.д. Растительные орнаменты стилизовались как в западном стиле, так и с употреблением мусульманских мотивов. Формы арок своей конфигурацией были следующие: стрельчатые, пятигранные, подковообразные, стрельчато-подковообразные, трехлопастные, фестончатые.

Оформление фасадных арок имело несколько направлений:

- Нейтральное. Сочетание как гладких поверхностей с несложными профилями и рустовками, так и с более усложненной формой, с добавлением ниш, замковых камней.
- Стильное. На фасадных арках могут появиться тимпаны с затейливым абрисом и архивольты.

– Самобытные. Смешение западной и мусульманской культур. Популярны обрамления жгутом, веревочкой, орнаментальные мотивы и раскраска.

Проемы. В Казани излюбленным приемом было дублирование фасадных элементов. Они могли объединять два и более проема (рис. 3). Конфигурация проемов в этот период значительно обеднилась в сравнении с многообразными вариациями сельджукских и османских традиций арок и перемычек. [12]

Рис.3. Дублирование и копирование проемов в Старообрядческой церкви и в Султановской мечети, источник (сайт https://www.tripadvisor.ru)
Fig.3. Duplication and copying of openings in the Old Believer Church and in the Sultan Mosque.source (site https://www.tripadvisor.ru)

Оформление проемов может выглядеть и как обрамление и как наличники. Обрамление могло быть полным, частичным или вообще отсутствовать. Наличники от обрамления отличаются собственной архитектурой. В отличие от храмовой архитектуры, где наличники играли особую роль на фасаде, то в культовых сооружениях мечети они были лишь частью общего ритмического ряда. Обладали довольно скромной декорировкой. В целом пластика наличника культового сооружения мечети и храмовой архитектуры, отличается тем, что они имеют упрощенный вид, не имеют многоплановую резьбу. Русские и западные богатые наличники играли важную роль и обладали развитой архитектурой на фасаде, то у татар были лишь частью общего ритмического ряда. Проем, утопленный в неглубокую нишу, заимствован из мамлюкской архитектуры.

Ниши. Распространение получили в XIX веке. Западающими элементами стали: кессоны, филенки, разнообразные декоративные ниши. Они делятся на две группы: крупные фасадообразующие и мелкие декоративные. К крупным нишам можно отнести формы похожие на оконные проемы со всеми элементами его архитектуры. Декоративные ниши обогащали пластику фасадной поверхности, они могут иметь простую форму, такую как квадрат или более усложненную, такую как треугольную или стрельчатую.

Карнизы и фризы опоясывают верхнюю кромку фасада, сливаясь в единое целое, образуя богатую декоративно насыщенную ленту. Как правило, делились на гладкие, зубчатые, аркатурные и мукарнасные. Гладкие ничем не украшались, на их поверхности могли располагаться продухи или небольшие проемы. Зубчатые фризы подчеркивали лаконичные формы фасадов. Аркатурные карнизы ассоциативно напоминали машикули крепостных башен андалусского типа. Мукарнасные же пышностью своих форм символизировали роскошь мусульманской архитектуры и выглядели как сложные композиции из классических мукарнасов (рис 4). Кирпичный мукарнас может быть выложен из обычного кирпича или же специально обточенного.

Рис. 4. Сложный карниз с использованием мукарнасных форм в Розовой мечети и в храме Варсонофия. источник (https://kazan.eparhia.ru/temples/kazan/)
Fig.4. A complex cornice with the use of muqarnas forms in the Pink Mosque and in the temple of Varsanuphiy. source (https://kazan.eparhia.ru/temples/kazan/)

Декоративные колонки и пилястры. Они встречаются двух видов: врезанные и приставные. В эпоху Средневековья колонны врезались в угол здания входных порталов или оконных проемов. Позднее колонны переместились на оформление выступающих элементов фасада, без врезки в угол. Приставные колонны поддерживают лишь ритмичный ряд и декоративный строй фасада.

У колонн, сформировался свой стиль. Цилиндрические или восьмигранные стержни могли оставаться гладкими или частично каннелироваться, а на середине высоты мог появиться выпуклый поясок.[13]

Орнаменты кирпичной декоративной кладки казанской архитектуры сохраняют до настоящего времени генетическое родство со средневековым искусством, откуда были заимствованы и переработаны некоторые декоративные элементы. [14] Формирование кирпичной архитектуры на территории Казанской губернии можно разделить условно на три пути:

- буквальное цитирование образцов и мотивов;
- ассоциативное воспроизведение древних мотивов;
- традиционные мотивы древнего происхождения.

В конце XIX в. в Казани были построены здания самых различных архитектурных направлений, и до настоящего времени определяющие лицо современного исторического центра города. Разнообразие стилевых течений, характерное для российских городов того времени, приняло своеобразные формы на почве русской и татарской культур.

Многие декоративные архитектурные элементы заимствованы друг у друга, поэтому между кирпичными элементами храмовой архитектуры и мечети есть схожести в своем облике, которые встречаются только на территории Казани:

- дублирования проемов, арок и ниш;
- на карнизах, фризах и полуколоннах имеются мукарнасные завершения;
- барабаны и купола имеют одинаковые очертания;
- все сооружения имеют декоративные колонны[15];
- отсутствие зооморфных мотивов и присутствие растительных орнаментов;
- многие оконные проемы имеют тимпанное завершение;
- на плоскости фасада - преобладание строгих вертикальных и горизонтальных линий.

Декор фасадов культовых сооружений мечетей отличался от храмовой архитектуры отсутствием изобилия фасадного декора и своими формами сближался с монументальными сооружениями ранних эпох.[16]

Казанские мечети и храмы периода классицизма в России представляли собой ветвь мусульманского культового зодчества с добавлением «псевдорусского» стиля в рамках

эклектики. По большому счету, классицистический декор не противоречит традиционно лаконичным формам местного зодчества.

4. Заключение

В результате приведенного исследования культовых сооружений Казани второй трети XVIII-начала XX веков были изучены традиции кирпичного орнамента в декоре.

Были исследованы архитектурно художественной особенности кирпичного орнамента, а так же были выявлены на территории Казани стилистические особенности пластического оформления фасада с использованием композиционного кирпичного декора.

Данная работа может послужить основой для дальнейших исследований кирпичного декора культовых сооружений Казани, и может применятся в реставрационной практике объектов культурного наследия.

Список литературы/ References

1. Музеева С.С. «Кирпичный декор культовых сооружений города Казани второй трети XVIII-начала XX веков», Международный научный журнал // Вестник науки Т.2, 2021. [Muzeeva S.S. "Brick decoration of religious buildings of the city of Kazan in the second third of the XVIII-early XX centuries", International scientific journal Vestnik nauki Vol.2, 2021.]
2. Инчик В.В. «Кирпичный стиль» и получение лицевого кирпича в XIX веке. // Вестник гражданских инженеров 2018. № 5 (70). С. 117–121[Inchik V.V. "Brick style" and obtaining face bricks in the 19th century. // Bulletin of civil engineers 2018. Iss. 5 (70). P. 117–121]
3. Кадауров Д. П. Фабрично-заводские предприятия Российской Империи. Петроград: Типография т-ва под фирмой «Электротипография Н.Я. Стойковой», 1914.[Kandaurov D.P. Factory enterprises of the Russian Empire. Petrograd: Printing house under the firm "Electroprinting house N.Ya. Stoykova, 1914.]
4. Кириченко Е.И. Русская архитектура 1830-1910 гг.Москва 1978 г.-с. 46. [Kirichenko E.I. Russian architecture 1830-1910.Moscow -1978 - P. 46.]
5. Халитов Н.Х. Из истории архитектуры татар // Татары. - М. : Наука, 2016. -С.260. [Khalitov N.Kh. From the history of architecture of the Tatars // Tatars. - M.: Nauka, 2016. - P. 260.]
6. Раппопорт П.А. Зодчество Древней Руси. Ленинград: наука, Ленинградское отделение, 1986г. [Rappoport P.A. Architecture of Ancient Russia. Leningrad: Nauka, 1986.]
7. Бедов А. И. Каменные конструкции.— М, 2016 — Т. 12, кн. Большая российская энциклопедия.— С. 608. [Bedov A. I. Stone structures. - M., 2016 - Vol. 12. Great Russian Encyclopedia. - P. 608.]
8. Халитов Н. Х., Альменова-Халит Н.Н. Стили и формы татарской архитектуры Казани 1920-х— начала 1960-х годов: историко-архитектурное исследование. Казань, 2016. [Khalitov N. Kh., Almenova-Khalit N.N. Styles and forms of Tatar architecture in Kazan in the 1920s-early 1960s: historical and architectural study. Kazan, 2016]
9. Рыбушкин М. Краткая история города Казани. -Казань: Тип. Шевица, 1843. -Ч. 1.[. Rybushkin M. Brief history of the city of Kazan. -Kazan: Type. Shevitsa, 1843. -Part 1.]
10. Воронина В. Л. Архитектура арабских стран и стран Ближнего и Среднего Востока/ Всеобщая история архитектуры под ред. Б.П. Михайлова.-М. Госстройиздат, 1958.-Т.1.-С.69.[Voronina V. L. Architecture of Arab countries and countries of the Near and Middle East / General history of architecture.-M. Gosstroyizdat, 1958.-Part 1.-P.69.]
11. Николаев Е.В. Классическая Москва. -М. :Стройиздат, 1975. -с. 47. [Nikolaev E.V.Classic Moscow. -M.:Stroyizdat, 1975. - P. 47.]
12. Халит Н., Альменова-Халит Н. Стили и формы средневековой архитектуры Казани.. Казань: Татар.кн. изд-во, 2016-С. 90-91, 196-197.[Khalit N., Almenova-Khalit N. Styles and forms of medieval architecture of Kazan. Kazan -2016-P.90-91, 196-197.]
13. Халит Н. Х. Памятники архитектуры Казани XVIII -начала XIXвв.-М.:Стройиздат, 1989.-74-75.[Khalit N. Kh. Architectural monuments of Kazan in the 18th - early 19th centuries - M.: Stroyizdat, 1989.-74-75.]

14. Дульский П.М. Искусство казанских татар. -М.:Центриздательсво народов СССР, 1925.-С.9-11.[Dulsky P.M. Art of the Kazan Tatars. -M.: Publishing Center of the Peoples of the USSR, 1925.-P.9-11.]
15. Халитов Н.Х. Татарская национальная традиция в архитектуре Казани второй половины XVIII - начала XX веков: дисс. канд. архит. -М. : ЦНИИТИА, 1986.[KhalitovN. Kh. Tatar national tradition in the architecture of Kazan in the second half of the 18th - early 20th centuries: diss. cand. of archit. -M.:TsNIITIA, 1986.]
16. Халитов Н. Х. Татарская мечеть и её архитектура: историко-архитектурное исследование. Казань: Татарское книжное издательство. 2014. 242 с [Khalitov N. Kh. Tatar mosque and its architecture: historical and architectural research. Kazan: Tatar book publishing house. 2014. 242 p.]
17. Валиева Р. М., Яминова С. А., Горемыкина Л. И. Устойчивые элементы мусульманской архитектуры // Социально-гуманитарные знания. 2018. № 10. С. 85-93.[Valieva R. M., Yaminova S. A., Goremykina L. I. Stable elements of Muslim architecture // Social and humanitarian knowledge. 2018. № 10. P. 85-93]
18. Об отстройке города Казани по случаю бывшего там пожара. -Полное собрание законов Российской империи, № 12414, 1774 г.; Белецкая Е.А., Крашенинникова Н.А., Чернозубова А., Эрн И. «Образцовые» проекты в жилой застройке русских городов XVIII-XIXвв. под ред. Иванова.-М. : Гостройиздат, 1961.- С.92.[Rebuilding of the city of Kazan on the occasion of the fire. - Complete collection of laws of the Russian Empire, No. 12414, 1774; Beletskaya E.A., Krasheninnikova N.A., Chernozubova A., Ern I. “Exemplary” projects in residential development of Russian cities of the 18th -19th centuries. ed. Ivanova.-M. : Gostroyizdat, 1961.- P.92.]
19. Перечень объектов культурного наследия // OKN.TATARSTAN.RU : Комитет Республики Татарстан по охране объектов культурного наследия. 2023. URL: https://okn.tatarstan.ru/perechen-obektov-kulturnogo-naslediya.htm (дата обращения: 01.02.2023)[List of cultural heritage sites // OKN.TATARSTAN.RU : Committee of the Republic of Tatarstan for the protection of cultural heritage objects. 2023. URL: https://okn.tatarstan.ru/perechen-obektov-kulturnogo-naslediya.htm (reference date: 01.02.2023).]
20. Рачкова О. Г., Хабибулина А. Г., Хабибулина А. М. Архитектура и световая среда каменных мечетей Казани конца XVIII начала XX вв. // https://cyberleninka.ru/ 2020.(дата обращения 02.02.2023)[Rachkova O. G., Khabibulina A. G., Khabibulina A. M. Architecture and light environment of stone mosques in Kazan late XVIII-early XX centuries // // https://cyberleninka.ru/ 2020.(date of the application 02/02/2023).]
21. Belakehal A., Tabet Aoul K., Farhi A. Daylight as a Design Strategy in the Ottoman Mosques of Tunisia and Algeria // International Journal of Architectural Heritage. 2016. № 10 (6). P. 688-703. DOI: 10.1080/15583058.2015.1020458.
22. Voostaengige Uebersicht der aeltesten Tuekischen, Tatarishen and Mongholischen Voelkerstaemmenach Raschid-ud-din's Vorgangebearbeited von Franz von Erdmann.-Kasan, 1841. S. 430
23. Mahdi Nejad J., Zarghami E., Sadeghi Habib Abad A. A study on the concepts and themes of color and light in the exquisite islamic architecture // Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2018. № 8 (3). P. 1077-1096. DOI: 10.4314/jfas.v8i3.23.

Информация об авторах

Музеева Сафия Саидовна, магистр, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
Email: Saapheeko@mail.ru
Фазлеев Марат Шигабатдинович, кандидат архитектуры, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Российская Федерация
Email: fastin@mail.ru

Information about the authors

Safiya S. Mouzeeva, master, Kazan State University of Architecture and Engineering, Russian Federation
Email: Saapheeko@mail.ru

Marat Sh. Fazleev, candidate of architecturee, associate professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Russian Federation
Email: fastin@mail.ru

УДК: 725.4
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_114
EDN: NYBCPA

Актуализация эффективных стратегий по преобразованию индустриального наследия

Х.Г. Надырова[1], Л.Ш. Сайфуллина[1], В.Н. Куприянов[1], И.Т. Мирсаяпов[1], Н.М. Будкевич[2], К.Р. Юсупова[3]
[1]Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
[2]МБУ «Институт развития города», г. Казань, Российская Федерация
[3] ООО «Равелин», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи*. По мере роста крупных городов, промышленные производства выносятся за пределы города, высвобождая при этом потенциальные резервы для дальнейшего развития городской среды. Статья посвящена выявлению подходов к актуализации исторически-ценных объектов индустриального наследия, а также рассмотрению примеров российской и мировой практики решения проблем нового использования наследия индустриального периода в современном городском пространстве. *Целью исследования* является выявление наиболее эффективных стратегий по преобразованию индустриального наследия и тенденций, которые могут качественно улучшить городскую среду. *Задачи исследования:* изучение отечественного и международного опыта редевелопмента исторических промышленных комплексов; разработка вариантов оптимальной рефункционализации на примере конкретного исторического промышленного комплекса, нуждающегося в редевелопменте. *Методы исследования*: системный анализ объектов индустриального наследия с проведением комплексной оценки конкурентоспособности разрабатываемых вариантов редевелопмента промышленных территорий с историческим наследием.
Основные результаты исследования состоят в том, что были оценены варианты эффективных стратегий преобразования индустриального наследия.
Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в выявлении возможностей развития индустриального наследия, в выборе перспективного варианта редевелопмента.

Ключевые слова: индустриальное наследие, промышленные территории, промышленная архитектура, актуализация индустриального наследия.

Для цитирования: Надырова Х.Г., Сайфуллина Л.Ш., Куприянов В.Н. , Мирсаяпов И.Т., Будкевич Н.М., Юсупова К.Р. Актуализация эффективных стратегий по преобразованию индустриального наследия//Известия КГАСУ. 2023. №1(63), с.114-128,
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_114, EDN: NYBCPA

Updating effective strategies for the transformation of industrial heritage

H.G. Nadyrova[1], L. Sh. Saifullina[1], V.N. Kupriyanov[1], I.T. Mirsayapov[1], N.M. Budkevich[2], K.R. Yusupova[3]
[1]Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
[2] MBI "Institute of City Development", Kazan, Russian Federation
[3] LLC «Ravelin», Moscow, Russian Federation

Abstract: As large cities grow, industrial production is moved outside the city, while releasing potential reserves for further development of the urban environment. The article is devoted to

the identification of approaches to the actualization of historically valuable sites of industrial heritage, as well as to the consideration of examples of Russian and world practice in solving problems of new use of the heritage of the industrial period in modern urban space. The aim of the study is to identify the most effective strategies for the transformation of industrial heritage and trends that can qualitatively improve the urban environment. Research methods: systematic analysis of industrial heritage sites with a comprehensive assessment of the competitiveness of the suggested options for redevelopment of industrial areas with historical heritage. The main results of the study are that the options of effective strategies for the transformation of industrial heritage were evaluated. The significance of the results obtained for architecture consists in identifying opportunities for the development of industrial heritage, in choosing a promising redevelopment option.

Keywords: industrial heritage, industrial territories, industrial architecture, industrial heritage updating

For citation: Nadyrova H.G., Saifullina L. Sh., Kupriyanov V.N., Mirsayapov I.T., Budkevich N.M., Yusupova K.R. Updating effective strategies for the transformation of industrial heritage//News KSUAE. 2023. №1(63), p. 114-128, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_114, EDN: NYBCPA

1. Введение

Обладая огромным потенциалом для развития, как в территориальном, так и в культурном аспектах, индустриальное наследие есть возможность трансформировать путем актуализации использования [1]. Анализ накопленного опыта развития пост промышленных территорий позволяет выявить подходы к реконструкции, применимые в отечественной практике[1] [2,3]. Сохранение индустриального наследия по средствам актуализации способствует формированию принципиально новой городской среды, стимулированию деловой активности и созданию новых рабочих мест [4]. Повторное использование выведенных из эксплуатации промышленных зданий сооружений и площадей, стоит рассматривать как возможность, а не воспринимать как ограничение [5,6].

Исторический контекст и преемственность среды являются необходимыми аспектами при внедрении новых функций и реорганизации городских территорий [7, 8]. Каждый участок имеет свою историю формирования и факторы, влияющие на ее жизнеспособность и функционирование в прошлом и настоящем. В конкретном случае с актуализацией использования индустриального наследия, данным фактором выступает технологический прогресс, который привел к уменьшению габаритов производственного оборудования. И, например, печатные станки, которые раньше могли занимать весь цех, сейчас помещаются в пространстве небольшого здания или сооружения [9].

Сегодня существует множество примеров переосмысления таких территорий. Актуализация индустриальных объектов, особенно имеющих историческую ценность, является одной из основных современных тенденций переосмысления промышленного наследия для обеспечения устойчивого развития города в целом [10, 11, 12]. При этом крайними полюсами реорганизации являются: с одной стороны полная перестройка,

[1] Анализ накопленного опыта по реконструкции промышленных территорий на примере городов Германии / М. П. Гришина, А. Е. Толмачев, А. М. Сираева, Н. Г. Орлова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2021. – № 2(56). – С. 94-104. [Analysis of accumulated experience in the reconstruction of industrial territories on the example of German cities / M. P. Grishina, A. E. Tolmachev, A. M. Siraeva, N. G. Orlova // News KSUAE. - 2021. - No. 2 (56). - 94-104 pp.]– DOI 10.52409/20731523_2021_2_94. – EDN HXCXGW.

Чебинев, А. И. Реконструкция городских промышленных зон / А. И. Чебинев, Е. В. Чебинева, Н. М. Буткевич // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2018. – № 4(46).[Chebinev, A. I. Reconstruction of urban industrial zones / A. I. Chebinev, E. V. Chebineva, N. M. Butkevich // News KSUAE. - 2018. - No. 4 (46). – pp. 72-81] – С. 72-81. – EDN VQTQLA.

означающая уничтожение сложившейся специфики структуры объекта, с другой - воссоздание некоего «первоначального» («идеального») состояния его структуры, означающее музеефикацию.

В настоящее время проблема приспособления производственных объектов важна для большинства российских городов, и Казань здесь не исключение [13, 14]. При этом важное значение имеют обследование современного состояния и идентификация объектов.[2]

В процессе переосмысления промышленных территорий и памятников промышленной архитектуры особое внимание уделяется объектам, вошедшим в границы исторического центра Казани, которые утверждены приказом МК РТ от 13.03.2017 №218 ОД. Как следствие, данный закон регулирует режимы использования земель, находящихся в охранных зонах, и накладывает определенные ограничения на новую застройку, которые в большей мере относятся к визуальным связям. То есть, быть соразмерными по массе, иметь аналогичные членения, ритм проемов, составлять общий контур и т.д., и, самое главное, не препятствовать восприятию объектов культурного наследия, а только поддерживать данные городские узлы, еще больше укрепляя их в историческом каркасе города.

По мере развития и разрастания крупных городов промышленные образования, которые ранее находились вне городской среды, а теперь стали неотъемлемой ее частью, и представляют большой резерв для развития общественного пространства [15]. Промышленные интерьеры обладают особой притягательностью с точки зрения внешнего вида, объема, духа времени [16]. Зачастую восстановление эстетичности архитектурно-художественного облика обходится девелоперам дешевле, но по мере освоения городских территорий эта среда становится очень плотной. Если мы сравним действующий генплан любого крупного города в ретроспективе, то заметим, насколько сильно уплотнилась застройка, особенно в центре. Например, если в центральной части Казани еще можно найти территории для новой застройки, то в Москве или Санкт-Петербурге это сделать практически невозможно [17]. Однако, здесь стоит отметить, что, чем раньше Казань займется освоением промышленных территорий, имеющих историческую ценность, тем больше у нее шансов грамотно распределить смысловую нагрузку на городской каркас, не нагромождая его надстройками со сложно-пересекающимися в одной зоне функциями. Актуализация использования индустриального наследия Казани позволит равномерно распределить функциональные зоны, выстраивая между ними логические исторические и визуальные связи.

Основная цель статьи – предложение актуальных стратегий развития объектов и комплексов промышленного наследия.

Задачами исследования являются:

- изучение отечественного и международного опыта редевелопмента исторических промышленных комплексов;
- разработка вариантов оптимальной рефункционализации на примере конкретного исторического промышленного комплекса, нуждающегося в редевелопменте.

2. Материалы и методы

В работе использованы следующие материалы:

- отечественных и зарубежных исследований по редевелопменту простпромышленных комплексов и сооружений;
- натурных обследований промышленных объектов культурного наследия Казани;
- библиографических и архивных исследований.

[2] Каюмова, И. А. Современное состояние постпромышленных территорий в центральной части города Казани и перспективы их развития / И. А. Каюмова, Н. С. Киносьян // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2021. – № 4(58). – С. 97-109. [Kayumova, I. A. The current state of post-industrial territories in the central part of the city of Kazan and the prospects for their development / I. A. Kayumova, N. S. Kinosyan // News KSUAE - 2021. - No. 4 (58). - 97-109 pp.] – DOI 10.52409/20731523_2021_4_97. – EDN RKVKLK;

В качестве методов исследований применялись системный анализ объектов индустриального наследия с проведением комплексной оценки конкурентоспособности разрабатываемых вариантов редевелопмента промышленных территорий с историческим наследием и SWOT- анализа применительно к оптимальному варианту из выбранных стратегий. Расшифровка позиций SWOT означает следующее: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности), Threats (угрозы). При этом сильные и слабые стороны относятся к внутренним факторам анализа, а угрозы и возможности к внешним.

SWOT- анализ - метод стратегического планирования деятельности для оценки внутренних и внешних факторов, которые влияют на развитие дальнейшего функционального использования объектов промышленного наследия. SWOT-анализ позволяет оценить сильные и слабые стороны выбранного решения рефункционализации объектов и определить перспективы развития и угрозы извне.

3. Результаты и обсуждение

Рассмотрим наиболее яркие примеры реализации проектов развития индустриального наследия. В 2006 году реорганизована крупная текстильная фабрика в городе Лодзь в Польше (рис. 1). Многофункциональный центр «Мануфактура» общей площадью в 110 000 кв. м. занимает заводскую территорию размером 30 га. В ходе мероприятий по актуализации отреставрированы исторические фасады краснокирпичных корпусов, при этом разнообразие нового функционального наполнения требовало применения широкого спектра интерьерных решений и изменения первоначального облика внутренних пространств.

Данный пример действительно является образцовым, поскольку архитекторам, работавшим над актуализацией этой территории, удалось не просто создать точку притяжения, но и сохранить уникальную архитектуру бумажной фабрики, и усилить связи исторически сложившегося городского полотна. Новые застройки на территории нисколько этому не препятствуют, а наоборот поддерживают общую массу, сохраняя членения и повторяя элементы, что в сумме помогает создать цельный городской ландшафт.

а) Современное состояние: общий вид
a) The current state: general form

б). Современное состояние: основное здание
b) The current state: main building

(Источник: https://redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise_actual/manufaktura-lodz-poland/)
(Source: https://redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise_actual/manufaktura-lodz-poland/)

в) Историческая фотография мануфактуры
c) Historical photograph of the manufactory

Рис. 1. Мануфактура в г. Лодзь
(Источник: http://static.studioatrium.pl/document/515/stara-ogrodowa.jpg)
Fig. 1. Manufactory in Lodz
(Source: http://static.studioatrium.pl/document/515/stara-ogrodowa.jpg)

Наиболее масштабный постиндустриальный комплекс располагается в Рурской области в Германии, знаменитой своей горной добычей и металлообработкой. Рассматриваемый объект носит название Цольферайн в честь образованного в середине XIX века германского таможенного союза, который способствовал интенсивному индустриальному развитию земли Северный Рейн-Вестфалия (рис. 2). Интенсивный рост проявления общественного интереса к наследию индустриального мира в это время совпал с принятием решения о музеефикации данного комплекса. С 1989 по 1999 гг. территория бывших шахт общей площадью более 800 кв. км использовалась для размещения экспозиции международной строительной выставки «Парк Эмшер» (International Bauausstellung Emshcher Park, IBA). Концепция выставки предусматривала работу в региональном масштабе, создание новых планировочных структур с использованием методов ландшафтной архитектуры, примененных впервые в истории строительных выставок.

Рис. 2. Комплекс «Цольферайн»
(Источник: https://gawain.ru/staraya-ugolnaya-shahta-tsolferayn-germaniya.php)
Fig. 2. The «Zollverein» complex
(Source: https://gawain.ru/staraya-ugolnaya-shahta-tsolferayn-germaniya.php)

В 2001 году началась разработка генерального плана развития территории командой голландского бюро OMA, первые проработки которого легли в основу заявки на включение комплекса «Цольферайн» в список памятников всемирного архитектурного наследия ЮНЕСКО. Позднее шахта «Цольферайн» (Zeche Zollverein) обрела статус памятника Всемирного наследия, а работа над генеральным планом продолжалась до 2010 года.

Следующий объект анализа – Центр искусств и медиатехнологий в Карсруэ (Германия). Рассматривая этот бывший промышленный кластер, стоит особое внимание уделить стеклянному корпусу медиа-музея, где раньше располагался городской архив. Корпус был выполнен из сборного железобетонного каркаса, что позволило архитекторам дематериализовать фасад и сделать его более адаптивным. То есть днем, он сливается с окружающей средой, отражает ее, позволяя в полной мере раскрыться главному корпусу. Ночью же, наоборот, за счет светового решения акцентирует на себе внимание, тем самым привлекая посетителей (рис. 3).

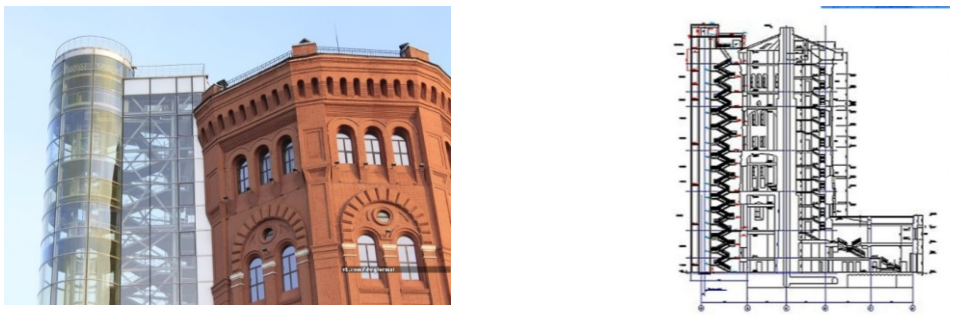
Рис. 3. Центр искусств и медиатехнологий в Карсруэ
(Источник: https://elima.ru/articles/?id=13)
Fig. 3. The Center for Arts and Media Technologies in Karlsruhe
(Source: https://elima.ru/articles/?id=13)

В России до середины нулевых практически не было примеров редевелопмента промышленных зон, кроме центра современных искусств «Artplay» и делового квартала «Красная Роза». Кризис 2008 года стал серьезным толчком для того, чтобы вдохнуть новую жизнь в промышленные зоны.

Наиболее активно редевелопментом промышленных территорий занялись в таких крупных городах, как Москва и Санкт-Петербург. Быстрые темпы роста столичных городов привели к ситуации, когда крупные промышленные предприятия оказались в современном «центре», занимая ценные территории.

Рис. 4. Новая Голландия в Санкт-Петербурге
(Источник: https://tourjournal.ru/samye-krasivye-mesta-sankt-peterburga/)
Fig. 4. New Holland in St. Petersburg
(Source: https://tourjournal.ru/samye-krasivye-mesta-sankt-peterburga/)

В качестве примеров российских проектов реновации можно рассмотреть острова Новая Голландия (рис. 4), реконструкцию водонапорной башни (рис. 5) с созданием креативного кластера с музеем на территории (рис. 6) в Санкт-Петербурге и Москве.



а) Современный пристрой
a) Modern extension

б) Проект реконструкции
b) Reconstruction project

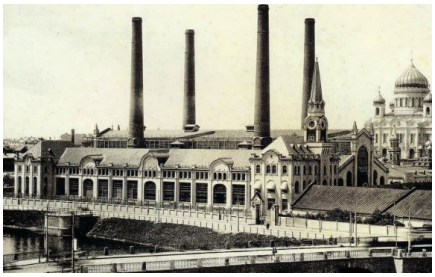
Рис. 5. Острова Новая Голландия
Fig. 5. New Holland Islands
(Источник: https://dwgformat.ru/2020/05/25/rekonstrukciya-vodonapornoj-bashni-v-sankt-peterburge/)
(Source: https://dwgformat.ru/2020/05/25/rekonstrukciya-vodonapornoj-bashni-v-sankt-peterburge/)

а) «Арма» в Москве
(Источник: https://archi.ru/russia/68215/tatyana-makhina-my-schitaem-nash-proekt-uspeshnym)
a) «Arma» in Moscow
(Source: https://archi.ru/russia/68215/tatyana-makhina-my-schitaem-nash-proekt-uspeshnym)

б) Клуб «Арма 17»
b). «The Arma 17» Club

в) Проект «Арма 17» в Москве
c) «The Arma 17» project in Moscow

Рис. 6. «Арма»
Fig. 6 «Arma»
(Источник: https://discovermoscow.com/mesta/shoping/zavod-arma/)
(Source: https://discovermoscow.com/mesta/shoping/zavod-arma/)



а). Историческая фотография ГЭС
a). Historical photo of the hydroelectric power station

б). Объект до начала работ по реновации.
b). The object before the start of renovation work.

Рис. 7. «ГЭС-2»
Fig. 7 «HPS-2»
(Источник:https://stroi.mos.ru/photo_lines/zaly-transformiery-bieriezovaia-roshcha-i-solniechnyie-batariei-na-kryshie-kak-izmienitsia-ges-2?from=cl)
(Source: https://stroi.mos.ru/photo_lines/zaly-transformiery-bieriezovaia-roshcha-i-solniechnyie-batariei-na-kryshie-kak-izmienitsia-ges-2?from=cl)

Одним из последних объектов редевелопмента в России стала «ГЭС-2» в Москве. Проект, реализованный в декабре 2021 года, включает в себя передовые технические решения, отвечает последним тенденциям и запросам общества (рис. 7-8). Реновация данного объекта, выполненная по проекту итальянского архитектора Ренцо Пиано, на настоящий момент является одной из самых успешных. Здесь нет места случайностям, каждое решение, принятое профессионалами, работавшими над возрождением данного городского узла, - это четко выверенный алгоритм действий. К примеру, восстановление труб: изначально, было абсолютно ясно, что нецелесообразно возвращать их в

первозданном виде и количестве, поэтому было принято решение восстановить только две из них, чтобы они еще больше поддерживали симметричность композиции, при этом, не теряя первоначально заданной доминанты и не разрушая визуальные связи с Храмом Христа Спасителя.

Согласно проектным предложениям Ренцо Пьяно, первоначальный облик электростанции сохранен и расчищен от технологических пристроек, не несущих в себе исторической ценности (рис.8). Однако, изменение функционального наполнения всего здания повлекло за собой смену функций отдельных его частей. Сам Ренцо Пьяно, которого часто именуют художником света и пространства, называет проект «фабрикой света». Трансформация ГЭС-2 многообещающий проект. Территориальная близость с запада фабрики «Красный Октябрь», с востока - кинотеатра «Ударник, с севера - комплекса ГМИИ им. Пушкина и с юга - Третьяковской галереи оказывает благоприятное влияние на создание компактных взаимосвязанных музейных центров.

Рис. 8. Проект реновации
Fig. 8. Renovation project
(Источник: https://stroi.mos.ru/photo_lines/zaly-transformiery-bieriezovaia-roshcha-i-solniechnyie-batariei-na-kryshie-kak-izmienitsia-ges-2?from=cl)
(Source: https://stroi.mos.ru/photo_lines/zaly-transformiery-bieriezovaia-roshcha-i-solniechnyie-batariei-na-kryshie-kak-izmienitsia-ges-2?from=cl)

Если говорить о Казани, то первые творческие индустрии здесь стали появляться относительно недавно, поскольку в течение долгого времени такая стратегия городского развития была экономически невыгодна. Однако, на определенном этапе роста стало предельно ясно, что необходимо укреплять исторический каркас города и поддерживать эти начинания.

Интересным примером является электротехнический завод «Свияга», на месте которого сегодня активно развивается технопарк «Idea». Это бизнес-квартал класса B+, который объединяет в себе общественные и коммерческие пространства. Также особое внимание было уделено созданию пешеходной зоны, поэтому за счет благоустройства данная среда из агрессивно-массивного промышленного кластера превратилась в сомасштабное человеку пространство.

Также одним из значимых для Казани примеров реновации промздания стала арт-индустрия «Смена» (рис. 9), которая базируется на месте бывшего швейного завода. Кирпичное здание, которое сейчас занимает культурный центр, было построено в начале XX века, и использовалось как складское помещение, а затем, как швейное производство. Первым событием в стенах «Смены» стала двухдневная книжная ярмарка. Тогда же сформировались основные направления деятельности: организация выставок и публичных мероприятий. Несмотря на то, что решение о редевелопменте бывшего промышленного объекта далось властям тяжело, данный проект положил начало адаптации индустриального наследия в Татарстане, и в целом дал понять, что социум нуждается в таких «неформальных» площадках, где профессионалы могли бы обмениваться своим опытом.

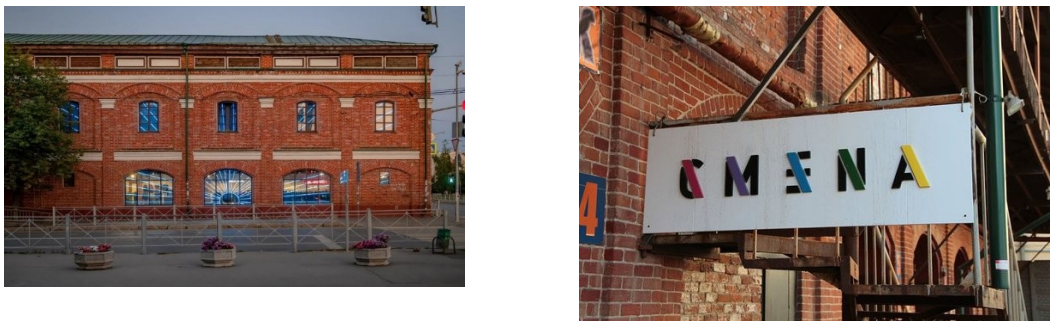


Рис. 9. Реновация швейного завода под культурный центр «Смена», Казань
(Источник: https://geometria.ru/exclusive/top-regionalnykh-muzeev-sovremennogo-iskusstva/)
Fig. 9. Renovation of the garment factory for the cultural center "Smena", Kazan.
(Source: https://geometria.ru/exclusive/top-regionalnykh-muzeev-sovremennogo-iskusstva/)

Продолжая рассматривать опыт редевелопмента промышленных территорий в Казани, нужно обратить особое внимание на лофт-пространство «Фабрика Алафузова» (рис. 10), которое имеет долгую историю развития. Изначально этот промышленный комплекс являлся кожевенным заводом купца П.И. Котелова, который впоследствии был реконструирован и расширен купцом Н.И. Алафузовым. Тогда завод сменил свой профиль и возобновил работу в качестве льнопрядильной и ткацкой фабрики. Очень важно отметить, что Алафузов приложил немало усилий, чтобы создать условия для рабочих. Так на базе фабрики открылись школа, детский сад и ясли, библиотека, театр. Рассвет фабрики пришелся на послевоенные годы. В постсоветское время фабрика перешла в частные руки. В 2006 году владельцы фабрики объявили о банкротстве. За несколько лет производственные корпуса опустели, а территория стала заброшенной. Позже, в 2015 году пространство фабрики попытались реабилитировать, проводя там различные публичные мероприятия рекламно-развлекательного характера. Сложность данного проекта редевелопмента заключается в том, что фабрика Алафузова является частью бывшей Ягодной слободы, которая в настоящий момент в большей степени находится в депрессивном состоянии. Поэтому, несмотря на актуальность использования пространства, сейчас уже ведутся дискуссии о комплексной реабилитации этого промышленного района.

Рис.10. Редевелопмент территории ткацкой фабрики под лофт-пространство «Фабрика Алафузова», Казань
(Источник: https://entermedia.io/city/fabrika-alafuzova-cherez-dolg-v-sto-millionov-k-bolshoj-mechte/)
Fig.10. Redevelopment of the territory of the weaving industry for the loft space «Alafuzov Factory», Kazan
(Source: https://entermedia.io/city/fabrika-alafuzova-cherez-dolg-v-sto-millionov-k-bolshoj-mechte/)

Авторами было предложено три модели редевелопмента объектов фабрики Алафузовых с прилегающими территориями, отражающие принципиально разные подходы к актуализации объекта и территории. В *первой модели* предложено возвращение к первоначальной функции – размещение на объекте промышленного

предприятия (сохранение промышленной функции) экологичного производства, совмещенного с общественно-деловым центром. Данная модель имеет ряд недостатков:

1. Для соблюдения требований производства, территорию должна быть ограждена, что сделает объект недоступным для жителей и туристов и объекты культурного наследия будут доступны для посещения лишь в туристических группах на производстве;
2. Переоснащение (модернизация) корпусов под современное эко-производство может внести изменения в облик зданий фабрики Алафузовых, нарушая общее визуальное восприятие.

Вторая модель представляет собой приспособление всех существующих зданий под ART-кластер (частичная рефункционализация). Мультифункциональный комплекс совмещает в себе коммерческую, учебную, производственную, рекреационную, жилую функции. В зданиях разместятся управляющая контора комплекса), «открытые» мастерские, корпус обучения реставрации, эко-производство, ресторанный комплекс, эко-ферма, теплицы, бары, кафе, апарт-отель, бизнес-зал\выставочные помещения, офисы, концертный зал\ музей ягодной слободы и т.д.

Демонтажу подвергаются советские пристройки к зданиям XIX века (после 1937 года), искажающие облик объектов. Сохраняются корпуса советского периода, в которых возможно размещение новых социальных функций. Внутри комплекса преобладает переходная зона с благоустроенными территориями и зонами активности (бульвар, парк, скверы). Данная модель является наиболее оптимальной из всех, сохраняются практически все существующие полезные квадратные метры с последующим приспособлением. Присутствуют все три фактора индустриального наследия. Территория является открытой для жителей района.

Третья модель – многофункциональный комплекс, включающий в состав жилье (полная рефункционализация). Фабрике Алафузовых возвращается пространственно-планировочный облик на 1928 год. На территории сохраняется ценная застройка конца XIX века, воссоздаются утраченные объекты и доминанты (трубы). На месте демонтируемых советских корпусов в юго-западной части отстраиваются новые здания, имеющие схожие модули, высотность и членения фасадов с корпусами XIX века, предназначенные под жилье. Между жилыми домами в прежних объемах и формах воссоздаются баки для хранения топлива, приобретая новую функцию и исполнение. Утраченные доминанты – дымовые трубы, восстанавливаются для воссоздания силуэта мануфактуры световыми лучами. В зданиях размещаются музей Ягодной слободы, офисы\ магазины, интерактивный музей – производство льна и кожи, эко-производство\ магазин, жилье, детский сад, коворкинг\ мастерские, ресторан, спортзал, кинотеатр и т.д.

Данная модель является самой радикальной. Из-за сноса советских корпусов происходит потеря полезных площадей, а также удорожание работ по демонтажу и воссозданию утраченных зданий. Новые жилые дома частично перекроют панораму со стороны реки Казанка (рис.11).

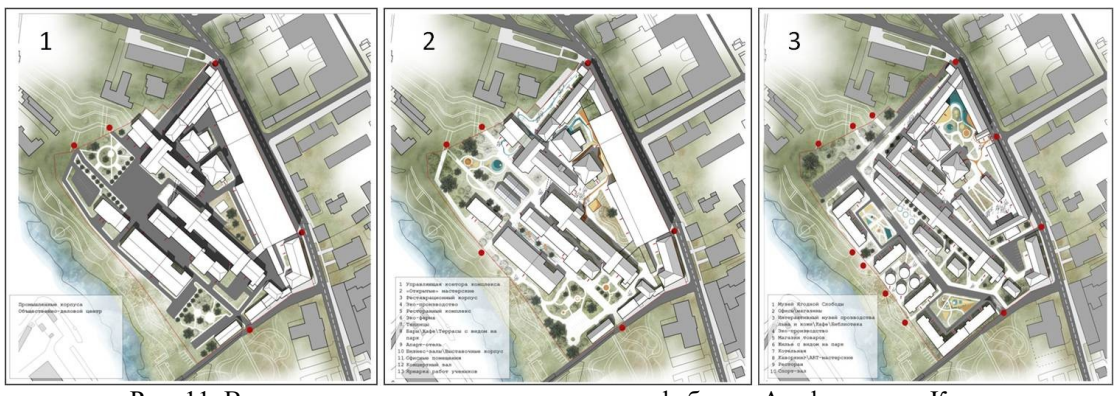


Рис. 11. Варианты редевелопмента комплекса фабрики Алафузовых в Казани (схемы К.Р. Юсуповой)

Fig. 11. Options for redevelopment of the Alafuzov factory complex in Kazan (schemes of K.R. Yusupova)

Варианты редевелопмента представлены с учетом реализации проекта по благоустройству прибрежной зоны «Старого русла Казанки». Благоустройство прибрежной зоны является необходимой мерой для возрождения слободы.

В рамках выполненного исследования был проведен экспертный опрос относительно трех вариантов развития данной исторической промзоны [**18**]. Экспертами выступили специалисты в области реставрации, реконструкции и сохранения исторического наследия в количестве 13 человек. Фокус-группа в формате «мозгового штурма» выявила критерии оценки результатов преобразования индустриального наследия. Важными критериями оценки предложений по развитию бывшей промышленной территории рассматривались: ее экологичность, учет приоритета пешеходов, учет приоритета общественного транспорта, ресурсосбережение, создание новый рабочих мест, сохранение внешнего облика, мультифункциональность, современность. Оценка решений по данным критериям выполнялось по десятибалльной шкале, в которой лучшее значение составляет 10 баллов, худшее - 1 балл. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Средняя оценка результатов преобразования индустриального наследия

Критерии оценки	Сохранение промышленной функции	Частичная рефункционализация	Полная рефункционализация
Экологичность	2,14	7,50	7,50
Учет приоритета пешеходов	2,21	6,43	6,57
Учет приоритета общественного транспорта	3,93	6,50	7,79
Ресурсосбережение	3,50	5,79	7,43
Создание новый рабочих мест	4,79	6,00	4,64
Сохранение внешнего облика	6,71	8,14	4,71
Мультифункциональность	2,00	6,14	4,57
Современность	2,43	8,14	6,71
Итого	27,71	54,64	49,93

В графическом виде результаты можно представить в виде многогранника конкурентоспособности каждого из рассмотренных вариантов (рис. 12).

Рис.12. Многогранник конкурентоспособности: ▪▪▪▪▪▪▪▪ сохранение промышленной функции, ——— частичная рефункционализация, – – – – полная рефункционализация
Fig.12. The polyhedron of competitiveness: ▪▪▪▪▪▪▪▪ preservation of industrial function, ——— partial refunctionalization, – – – – full refunctionalization
(Источник: данные авторов) (Source: compiled by the authors)

Таким образом, вариант частичной рефункционализации обладает преимуществом по сравнению с двумя другими. Сильные и слабые стороны данного варианта развития постпромышленной территории, а также ее возможности и угрозы можно представить в виде матрицы SWOT (табл. 2).

Таблица 2

SWOT- анализ (источник: составлено авторами)

Сильные стороны	**Слабые стороны**
- многофункциональность - экологичность - сохранение первоначальных архитектурных параметров ушедших технологий, несмотря на потерю первоначальной функции	- нет сохранения истории - потеря первоначальной функции - ветшание застройки
Возможности	**Угрозы**
- активное развитие территории - положительный экономический эффект. - определение близких и дальних перспектив экологических подходов в организации общественных пространств - распределение экономического эффекта во времени - системный подход к редевелопменту, который позволит не просто создать точку притяжения, но и комплексно преобразовать среду, качественно повысив ее уровень.	- депрессивное состояние близлежащей территории не позволит достичь ожидаемого эффекта - относительная удаленность от центра города - создание силуэта этого городского района с помощью несоразмерных среде объектов с нарушением первоначального характера застройки - движение автотранспорта - неправильный режим эксплуатации зданий - пожары

Эффективной стратегией развития объектов индустриального наследия является системный подход к редевелопменту, который позволит на базе экологических подходов в организации общественных пространств, распределить экономический эффект во времени, сохранит первоначальные архитектурные параметры уходящих (ушедших) технологий, не смотря на потерю первоначальной функции

4. Заключение

Как показало выполненное исследование, актуализация использования промышленных территорий внутри города открывает большие возможности для улучшения среды обитания для человека, открытия новых интересных мест. Анализ опыта ревитализации объектов индустриального наследия показал, что современных реалиях жизни городов меняются тенденции проектирования, новые материалы и подходы позволяют совмещать различные функции на объектах редевелопмента. Оценка экспертной группой результатов преобразования пост-промышленных территорий была выполнена по трем направлениям эффективных стратегий развития исторических промышленных территорий:

– частичная замена основной промышленной функции на другие;

– частичная рефункционализация;

– полное изменение функционального назначения здания.

Проведенный экспертных опрос по результатам работы в фокус группах показал, что наиболее перспективным вариантом редевелопмента индустриального наследия является его частичная рефункционализация, то есть наделение новыми функциями с преобразованием в общественно-значимые территории. Выполненный SWOT-анализ позволил выявить сильные стороны, слабости, возможности и угрозы в части развития объектов индустриального наследия. В качестве эффективной стратегии развития объектов индустриального наследия можно предложить системный подход к редевелопменту, который поможет не просто создать точку притяжения, но и комплексно преобразовать среду, качественно повысив ее уровень.

Таким образом, исследование проблемы актуализации индустриального наследия в Казани показало, что город не может идти по пути Москвы и Петербурга, преобразуя промышленные объекты преимущественно в творческие индустрии или музеи, во-

первых, потому что она не обладает таким большим экономическим резервом, во-вторых, потому что развитие города нуждается в более комплексном подходе.

Список литературы/ References

1. Lapteva E.V. et al. Industrial capitalism and its paradoxes in europe xviii – xix century // J. Adv. Res. Law Econ. 2019. Vol. 10, № 4. P. 1250–1257.(DOI: 10.14505//jarle.v10.4(42).24)
2. Латыпова, Н. В. Комплексный подход к редевелопменту промышленных территорий на примере вертолетного завода в Адмиралтейской слободе Казани / Н. В. Латыпова, С. В. Гафурова // Архитектон: известия вузов. – 2020. – № 4(72). – С. 8. [Latypova, N. V. An integrated approach to the redevelopment of industrial areas on the example of a helicopter plant in the Admiralteyskaya Sloboda of Kazan / N. V. Latypova, S. V. Gafurova // Architecton: university news. - 2020. - No. 4 (72). – P. 8]– DOI 10.47055/1990-4126-2020-4(72)-8. – EDN PPIOPP.
3. Мулагалеева, З. Р. Проблема интеграции территорий железных дорог в историческую среду города (на примере Казани) / З. Р. Мулагалеева, Р. К. Мухитов // Системные технологии. – 2019. – № 2(31). – С. 127-132. [Mulagaleyeva, Z. R. The problem of integration of railway territories into the historical environment of the city (on the example of Kazan) / Z. R. Mulagaleeva, R. K. Mukhitov // System technologies. - 2019. - No. 2 (31). – P. 127-132]– EDN HLOROG.
4. Попова, Д. Д. Этапы социализации индустриального наследия в Москве / Д. Д. Попова // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15, № 8. – С. 1090-1104. [Popova, D. D. Stages of socialization of the industrial heritage in Moscow / D. D. Popova // Vestnik MGSU. - 2020. - T. 15, No. 8. – P. 1090-1104]– DOI 10.22227/1997-0935.2020.8.1090-1104. – EDN XQPJRX.
5. Малая, Е. В. Проблемы восстановления и развития городской среды старых промышленных центров / Е. В. Малая // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2021. – Т. 23, № 6. – С. 42-55. [Malaya, E. V. Problems of restoration and development of the urban environment of old industrial centers / E. V. Malaya // Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. - 2021. - T. 23, No. 6. –P. 42-55] – DOI 10.31675/1607-1859-2021-23-6-42-55. – EDN TSFJMP.
6. Солонина, Н. С. Архитектурно-презентационная актуализация объектов индустриального наследия Ревдинско-Первоуральского исторически сложившегося промышленного культурного центра / Н. С. Солонина, О. А. Шипицына // Архитектон: известия вузов. – 2018. – № 3(63). – С. 5. [Solonina, N. S. Architectural and presentational actualization of industrial heritage objects of the Revda-Pervouralsk historically developed industrial cultural center / N. S. Solonina, O. A. Shipitsyna // Architecton: news of universities. - 2018. - No. 3 (63). - P. 5.]– EDN YAABRJ.
7. Gudina, M. The principles of identity in the renovation of industrial buildings in historical cities of Russia / M. Gudina, E. Prokofiev // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan, 29 of April – 15 of May 2020. Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012015. – DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012015. – EDN GPWWLO.
8. Gudina, M. Preservation of the structure of the building in the process of renovation of industrial architecture / M. Gudina, E. Prokofiev // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021) : 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE - 2021), Kazan, 21–28 April 2021. Vol. 274. – France: EDP Sciences, 2021. – P. 1006. – DOI 10.1051/e3sconf/202127401006. – EDN NENNBU.
9. Портнягина, А. П. Роль целлюлозно-бумажных комбинатов в развитии градостроительства на о.Сахалине периода Карафуто / А. П. Портнягина, Л. В. Задвернюк // Архитектон: известия вузов. – 2022. – № 2(78). [Portnyagina, A.P. Portnyagina, A.P., Zadvernyuk, L.V. The role of pulp and paper mills in the development of urban planning on O. Sakhalin during the Karafuto period // Architecton: news of universities. - 2022. - No. 2 (78).]– DOI 10.47055/1990-4126-2022-2(78)-3. – EDN JAPALG.
10. Прокофьева, Е. Ю. Современные тенденции реабилитации антропогенных территорий / Е. Ю. Прокофьева, Н. В. Васильев // Academia. Архитектура и строительство. – 2019.

– № 4. – С. 87-93. – DOI 10.22337/2077-9038-2019-4-87-93. [Prokofieva, E. Yu. Modern trends in the rehabilitation of anthropogenic territories / E. Yu. Prokofieva, N. V. Vasiliev // Academia. Architecture and construction. - 2019. - No. 4. - P. 87-93 – DOI 10.22337/2077-9038-2019-4-87-93.] – EDN PHDFZR.

11. Боровикова, Н. В. Критерии сохранения индустриального наследия / Н. В. Боровикова // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 52-62. [Borovikova, N. V. Criteria for preserving the industrial heritage / N. V. Borovikova // Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. - 2019. - T. 21, No. 2. - P. 52-62] – DOI 10.31675/1607-1859-2019-21-2-52-62. – EDN IJKKSY.
12. Сравнительный анализ вариантов ревитализации промышленных объектов / А. И. Романова, Э. И. Шагиахметова, А. Г. Терентьев [и др.] // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 10(147). – С. 1180-1185. [Comparative analysis of options for the revitalization of industrial facilities / A. I. Romanova, E. I. Shagiakhmetova, A. G. Terentyev [et al.] // Economics and Entrepreneurship. – 2022. – № 10(147). – P. 1180-1185.] – DOI 10.34925/EIP.2022.147.10.235. – EDN PAAZUP.
13. Stepanchuk, A. «Genius Loci» as a resource for the development of historical areas of the city / A. Stepanchuk, S. Gafurova, M. Latypova // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan, April, 29 – May, 15 2020. Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012013. – DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012013. – EDN USFJJE.
14. Khusnutdinova, S. Tangible and intangible assets of city environment: architecture, city lighting and art aspects / S. Khusnutdinova, G. Faizrakhmanova, R. Khusnutdinov // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan, April, 29 – May, 15 2020. Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012020. – DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012020. – EDN KMZZAK.
15. Zakirova, Y. A. Transformation of the City Environment: Functional-Planning and Territorial Aspects / Y. A. Zakirova, G. R. Faizrakhmanova, S. R. Khusnutdinova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019", Vladivostok, 01–04 October 2019. Vol. 753, 4, Chapter 3. – Vladivostok: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 042069. – DOI 10.1088/1757-899X/753/4/042069. – EDN QDLHJA.
16. Рафиков, И. И. Фрагментарный образ промышленного интерьера в живописи как форма отражения эпохи начала XX века / И. И. Рафиков // Искусство и образование. – 2020. – № 6(128). – С. 138-151. [Rafikov, I. I. Fragmentary image of the industrial interior in painting as a form of reflection of the era of the early XX century / I. I. Rafikov // Art and Education. - 2020. - No. 6 (128). – P. 138-151.]– EDN GWMMMO.
17. Черкасов, Г. Н. Город - индустриальные зоны - общественные пространства / Г. Н. Черкасов, Д. Д. Попова // Архитектура и строительство России. – 2020. – № 4(236). – С. 100-107. [Cherkasov, G. N. City - industrial zones - public spaces / G. N. Cherkasov, D. D. Popova // Architecture and construction of Russia. - 2020. - No. 4 (236). – P. 100-107.]– EDN MUFFCS.
18. Assessment of urban planning concepts for the development of post-industrial cities / M. Grishina, Yu. Medyanik, E. Rakhmatullina [et al.] // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021): 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE - 2021), Kazan, 21–28 April 2021 года. Vol. 274. – France: EDP Sciences, 2021. – P. 1026. – DOI 10.1051/e3sconf/202127401026. – EDN GYUYIH.

Сведения об авторах

Надырова Ханифа Габидулловна, доктор архитектуры, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Казань, Российская Федерация
E-mail: nadyrova-kh@yandex.ru
Сайфуллина Ляйля Шавкатовна, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Казань, Российская Федерация
E-mail: lasaif@mail.ru

Куприянов Валерий Николаевич, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Казань, Российская Федерация
E-mail: kuprivan@kgasu.ru
Мирсаяпов Илизар Талгатович, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Казань, Российская Федерация
E-mail: mirsayapovit@mail.ru
Будкевич Никита Михайлович, начальник отдела пространственного развития Института развития города**,** г. Казань, Российская Федерация
E-mail: archinik07@gmail.com
Юсупова Ксения Рустамовна, архитектор, ООО «Равелин», г. Москва, Российская Федерация
E-mail: bikmansurova-ksy97@mail.ru

Information about the authors

Khanifa G. Nadyrova, Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, 420043, Kazan, Russian Federation
E-mail: nadyrova-kh@yandex.ru
Lyailya Sh. Saifullina, Associate Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, 420043, Kazan, Russian Federation
E-mail: lasaif@mail.ru
Valery N. Kupriyanov, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of the RAACS, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: kuprivan@kgasu.ru
Ilizar T. Mirsayapov, doctor of technical sciences, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
E-mail: mirsayapov1@mail.ru
Nikita M. Budkevich Head of the Department of Spatial Development of the Institute of City Development, . Kazan, Russian Federation,
E-mail: archinik07@gmail.com
Ksenia R. Yusupova, architect, Ravelin LLC, . Moscow, Russian Federation
E-mail: bikmansurova-ksy97@mail.ru

УДК: 72.03
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_129
EDN: OXPFTY

Реконструкция объемно-планировочных параметров школ с использованием принципов и приемов биофильной архитектуры

В.Н. Куприянов[1], Илизар Т. Мирсаяпов[1], А.Г. Хабибулина[1], А.М. Хабибулина[2]
[1]Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
[2]Архитектурная студия ООО «ОФИС ДЕ», г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. *Постановка задачи.* Актуальность исследования обусловлена тем, что более 7 тысяч школ в России нуждаются в капитальном ремонте и запущена масштабная государственная программа капитального ремонта школ на 2022-2026 годы. На ближайшие годы у архитекторов и проектировщиков расширяется возможность создать качественную среду обучения. Это можно осуществить не только за счет устранения физического износа объектов и доведения их характеристик до соответствия действующим требованиям и нормам, но и путем модернизации с использованием принципов «зеленой», биоклиматической и биофильной архитектуры, которые способствуют улучшению здоровья и благополучию людей. Целью исследования является апробация метода оценки зданий школ, основанного на использование объёмно-планировочных параметров объектов, с учетом принципов и приемов биофильной архитектуры. Задачи исследования: провести оценку типовых проектов школ советского периода с учётом современных стандартов экологического строительства, требований биоклиматической комфортности и биофилических принципов, используя объёмно-планировочные параметры, указанные в проектных архитектурно-строительных чертежах; рассмотреть данный метод в качестве первичного шага для диагностики потенциальных биофильных свойств зданий, визуальной связи с внешней средой; произвести критический анализ и предоставить рекомендации по использованию данного метода оценки при реконструкции школьных зданий.
Результат. Исследование отечественного и зарубежного опыта по созданию биофильного учебного пространства показали, что предварительный анализ объемно-планировочных параметров зданий школ, может быть использован для диагностики потенциальных биофильных свойств объектов, таких как эффективность использования дневного освещения, естественной вентиляции, визуальной связи с внешней средой. Исследование критически анализирует планы, фасады и разрезы типовых проектов советских школ 1960-1970-х гг. исходя из современных стандартов сертификации зданий и принципов биоклиматической, биофилической архитектуры.
Выводы. Значимость полученных результатов для архитекторов и проектировщиков состоит в том, что предложенный метод позволяет на основе объемно-планировочных параметров зданий, указанных в проектной документации, без натурного обследования дать быструю первичную оценку потенциальных биофильных свойств объекта при разработке проектов реконструкции школ.

Ключевые слова: биофильная архитектура, биоклиматическое проектирование, архитектурно-строительная экспертиза, реконструкция школ.

Для цитирования: Куприянов В.Н., Мирсаяпов Илизар Т., Хабибулина А.Г., Хабибулина А.М. Реконструкция объемно-планировочных параметров школ с использованием принципов и приемов биофильной архитектуры // Известия КГАСУ. 2023. № 1 (63), с.129-144 , DOI: 10.52409/20731523_2023_1_129 , EDN: OXPFTY

Reconstruction of the volume-planning parameters of schools using the principles and techniques of biophilic architecture

V.N. Kupriyanov[1], Ilizar T. Mirsayapov[1], A.G. Khabibulina[1], A.M. Khabibulina [2]
[1] Kazan State University of Architecture and Engineering
Kazan, Russian Federation
[2]Architectural Studio LLC «OFFICE DE», Kazan, Russian Federation

Abstract. *Problem statement.* The relevance of the study is due to the fact that more than 7 thousand schools in Russia are in need of major repairs and a large-scale state program of major repairs of schools for 2022-2026 has been launched. For the coming years architects and designers have an increasing opportunity to create quality learning environment. This can be done not only by eliminating the physical deterioration of facilities and bringing their characteristics to meet current requirements and standards, but also by modernizing using the principles of "green", bioclimatic and biophilic architecture, which contribute to improving the health and well-being of people. The aim of the study is to approve the method of evaluation of school buildings, based on the use of space-planning parameters of objects, taking into account the principles and techniques of biophilic architecture. Objectives of the study: to evaluate typical projects of schools of the Soviet period, taking into account modern standards of ecological construction, requirements of bioclimatic comfort and biophilic principles, using space-planning parameters specified in the design architectural and construction drawings; consider this method as the primary step for the diagnosis of potential biophilic properties of buildings, visual connection with the environment; make a critical analysis and provide recommendations for the use of this method of assessment
Results. The study of Russian and foreign experience in creating biophilic learning spaces showed that preliminary analysis of volumetric and planning parameters of school buildings, can be used to diagnose the potential biophilic properties of objects, such as the efficiency of daylighting, natural ventilation, visual connection with the outside environment. The study critically analyzes the plans, facades, and cuts of typical Soviet school projects from the 1960s-1970s based on contemporary building certification standards and principles of bioclimatic, biophilic architecture.
Conclusions. The significance of the obtained results for architects and designers is that the proposed method makes it possible to give a quick initial assessment of the potential biophilic properties of an object during the development of school reconstruction projects on the basis of the volume-planning parameters of buildings specified in the project documentation without a full-scale survey.

The Keywords: biophilic architecture, bioclimatic design, architectural and construction expertise, school reconstruction.

For citation: Kupriyanov V.N., Mirsayapov Ilizar T., Khabibulina A.G., Khabibulina A.M. Reconstruction of the volume-planning parameters of schools using the principles and techniques of biophilic architecture // News KSUAE. 2023. № 1 (63), p. 129-144, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_129 , EDN: OXPFTY:

1. Введение

Дети в среднем проводят более трети своего дня в школе, где большая часть их учебной деятельности происходит в помещениях. В России более 7 тысяч школ нуждаются в капитальном ремонте[1]. Чтобы обеспечить качественную среду обучения, отвечающую текущим и будущим потребностям в России запущена масштабная государственная программа капитального ремонта школ на 2022-2026 годы [1]. На первом этапе в период 2022-2023 гг. по программе капремонта будут отремонтированы 2065 школ в 80 регионах. К 2026 году планируется отремонтировать 7300 школ. На ближайшие годы у архитекторов и проектировщиков расширяется возможность создать качественную среду обучения. Решение данной задачи можно осуществить не только за счет устранения физического износа объектов и доведения их характеристик до соответствия действующим требованиям и нормам, но и путем модернизации с использованием принципов «зеленой», биоклиматической и биофильной архитектуры, которые влияют на физическое самочувствие и академическую успеваемость учащихся. Окружающая обстановка в учебном заведении также влияет на эмоциональное, интеллектуальное и культурное развитие детей [2-4]. Проведенные исследования демонстрируют, что успеваемость в классах с биофильным интерьером увеличилась на 20-25 %, улучшились результаты тестирования, уровень внимания и посещаемости учеников [5].

Взаимоотношение людей с природой в архитектуре, её присутствие и влияние на человека в пространстве здания, получают различную оценку в научных исследованиях [6-10]. Оценка биофильного пространства обычно фокусируется на двух основных аспектах: воздействии людей на природу и возможных результатах с точки зрения комфорта человека. Исследования подтверждают, что общение человека с природой в помещении и естественной среде способствуют снятию стресса и восстановлению внимания. В свою очередь, практические руководства по созданию биофильного пространства, опыт позитивного взаимодействия между людьми и природой разделяют на три широкие категории: прямой, косвенный (репрезентативный) и обобщенный. Биофильные здания выходят за рамки концепции объединения внутреннего и наружного пространств, поскольку внешняя среда не всегда может восприниматься позитивно. Например, городской шум, близость оживленных дорог или промышленных зон и т.п. рассматриваются как отрицательные внешние факторы при создании биофильного пространства. Понятие опыта связи людей с естественной средой фокусируется на ее непосредственном благоприятном, физическом воздействии на них, когда они наблюдают, обоняют или слушают природу. К примеру, в образовательном учреждении виды из окон кабинетов позволяют лицезреть учащимся меняющееся небо, растительность и окружающую внешнюю экосистему, что способствуют усилению привязанности к месту нахождения.

Исследователи выделяют следующие принципы, формирующие внутреннее биофильное пространство здания [5, 7]:

- принятие проектного решения, направленного на интеграцию природной среды и человека;
- развитие чувства единения, гармонии с природой и ответственности перед природным сообществом;
- поддержание эмоциональной тяги людей к естественной среде обитания;
- использование эволюционного опыта адаптации человека к природной среде, для физического и морального оздоровления;
- установление перманентного, устойчивого контакта человека с природой.

На начальной стадии принятия проектных решений по созданию биофильного пространства в учебном заведении, рассматриваются преимущества или барьеры архитектурных характеристик здания на соответствия базовым биофильным принципам. На следующем этапе, весомым дополнением при разработке рекомендаций по биофильному проектированию, является посещение объекта и опросы учащихся и

[1] Более семи тысяч школ в России требуют капитального ремонта. URL: https://rg.ru/2021/08/13/bolee-semi-tysiach-shkol-v-rossii-trebuiut-kapitalnogo-remonta.html (дата обращения: 01.01.2023).

школьного персонала (далее потребителей).

Немногие рекомендации по биофильному проектированию определяют объёмно-планировочные характеристики зданий, способствующих эффективному восприятию природы. Исследователи зачастую описывают некоторые природные факторы, которые необходимо использовать в здании, обсуждают манипулирование интенсивностью света, его рассеиванием и тенями, не связывая эти эмпирические качества с архитектурными данными [8-10]. Не акцентируя внимания на измеряемые параметры, архитекторы используют шаблонные решения и полагаются на оценку эффектов биофильного пространства в процессе функционирования объекта. На сегодняшний день предлагаются различные методы по созданию биофильного пространства. Существуют исследования, в которых для выявления связи между объектом и городским ландшафтом используются спутниковые или картографические данные, но их внимание ограничивается лишь влиянием внешней среды [11, 12]. В исследованиях, ориентированных на анкетирование, предлагаются результаты основанные исключительно на субъективном восприятии контакта с природой участников опроса, их самооценка [13, 14]. Анализируя полученную информацию от респондентов, исследователи фокусируются на изменении частных параметров внутри здания, таких как цвет стен, внутренняя отделка, виды на окружающую среду и т.д. Таким образом, данный метод не позволяет предоставить объективные показатели количества и качества «природы», обеспечиваемые искусственной средой.

Существуют исследования учебных заведений, включающие посещение объекта, учитывающие архитектурные характеристики здания (размеры, ориентацию) и осуществляющие мониторинг микроклимата помещений (температура, освещение, уровень шума), которые дополняются субъективными оценками потребителей и наблюдателей. Хотя исследования могут не иметь прямого отношения к изучению воздействия природы на потребителей, они предоставляют данные, которые могут раскрыть определенные аспекты для формирования биофильного пространства [15]. Тем не менее, эти методы могут быть трудоемкими и отнимать много времени, а доступ к учебной среде может быть затруднен из-за нежелательного вмешательства в образовательный процесс.

Отметим зарубежные стандарты сертификации зданий WELL Building Standard[2] и Living Building Challenge[3] в которые включены критерии описывающие архитектурные характеристики и параметры, направленные на создание комфортного пространства внутри зданий и сооружений, соответствующие биофильным принципам. Некоторые требования указанных стандартов, например, регламентируют архитектурные решения оконных проемов в регулярно занятом помещении, обеспечивающих людям тепловую, обонятельную и слуховую связь с внешней средой. Хотя этих требований может быть недостаточно для определения того, стимулирует ли архитектура здания развитию глубокой и значимой привязанности к природе, отмеченные параметры являются основой любого проекта и могут использоваться при анализе на соответствие биофильным принципам на ранних стадиях оценки объекта.

Принципы биоклиматического подхода к проектированию также могут дать представление об объёмно-планировочных параметрах здания, влияющих на восприятие природы. Определенные количественные рекомендации и эмпирические правила, присутствующие в литературе по биоклиматическому проектированию, информируют людей о восприятия некоторых природных факторов (дневной свет, изменчивость температуры и т.д.), хотя биоклиматический дизайн не всегда биофильный, а биофильный дизайн не всегда биоклиматический. Опираясь на ресурсы окружающей среды, труды по биоклиматической тематике могут повысить осведомленность проектировщиков и, в конечном счете, потребителей о природных факторах и процессах, влияющих на здоровье и благополучие [16, 17].

[2] WELL Building Institute. WELL, v2 pilot - The next version of the WELL Building Standard. https://v2.wellcertified.com/v2.2/en/overview (дата обращения: 01.01.2023).

[3] https://living-future.org/wp-content/uploads/2022/08/LBC-4_0_v14_2_compressed.pdf (дата обращения: 01.01.2023).

Руководства по критериям сертификации зданий и принципам биоклиматической и биофильной архитектуры дают разнообразные представления об объёмно-планировочных характеристиках объектов, способствующих восприятию окружающей среды. В то время как литература по биофильному дизайну обычно описывает природные особенности, которые способствуют непосредственному восприятию природы, руководства по биоклиматическому проектированию и стандарты сертификации часто включают измеримые параметры, которые могут быть использованы при оценке биофильного потенциала объекта.

В статье рассматривается метод архитектурной оценки реконструируемых школ в качестве первичного шага для понимания потенциальных биофильных свойств зданий перед принятием конечных решений при разработки проектной документации. Преимущество метода заключается в быстрой и эффективной, дистанционной оценки объекта на основе анализа существующей архитектурно-строительной документации.

Предлагаемый метод заключается в использовании объемно-планировочных параметров объекта для анализа и выявления критериев, позволяющих организовать биофильное учебное пространство. Исследование демонстрирует, что основные характеристики зданий, размерные показатели планов, фасадов и разрезов позволяют проектировщикам определить параметры необходимые для гармоничной интеграции природной среды в пространство реконструируемых школ. Анализ объекта по чертежам позволяет представить графические и числовые параметры концепции реконструкции здания с учетом требований экологических стандартов и принципов биоклиматического, биофильного проектирования [18-20]. Представленный метод оценки, на основе показателей геометрических характеристик здания, такие как конфигурация, пропорции, размеры помещений и оконных проёмов, позволяет дать предварительное заключение на предмет потенциальных возможностей внесения изменений с учетом принципов биофильной архитектуры. Руководствуясь полученными данными, проектировщики, архитекторы и дизайнеры создадут условия, позволяющие учащимся почувствовать себя ближе к естественной среде обитания, способствующей позитивному визуальному, обонятельному или слуховому восприятию природы.

Предлагаемый метод содействует процессу принятия решений по реконструкции и модернизации существующего фонда различных школьных зданий в России, понимание состояния с учетом современных нормативных требований, принципов биоклиматической и биофильной архитектуры.

Авторами, для апробации метода выбраны типовые проекты общеобразовательных школ массового применения советского периода с различными широко распространёнными объемно-планировочными и конструктивными решениями 1960-1970-х гг.

Актуальность исследования обусловлена тем, что в России реализуется государственная программа капитального ремонта школ и соответственно у архитекторов и проектировщиков расширяется возможность создать качественную среду обучения с использованием принципов «зеленой», биоклиматической и биофильной архитектуры, способствующей улучшению здоровья и благополучию людей.

Цель исследования: апробация метода оценки зданий школ, основанного на использование объёмно-планировочных параметров объектов, с учетом принципов и приемов биофильной архитектуры.

Задачи исследования:

- провести оценку типовых проектов школ советского периода с учётом современных стандартов экологического строительства, требований биоклиматической комфортности и биофилических принципов, используя объёмно-планировочные параметры, указанные в проектных архитектурно-строительных чертежах;

- рассмотреть данный метод в качестве первичного шага для диагностики потенциальных биофильных свойств зданий таких как: эффективность использования дневного освещения, естественной вентиляции, визуальной связи с внешней средой;

- произвести критический анализ и предоставить рекомендации по использованию данного метода оценки при реконструкции школьных зданий.

2. Материалы и методы

Был применен упрощенный метод оценки зданий реконструируемых общеобразовательных школ, основанный на геометрических характеристиках зданий, на соответствие современным биофильным, биоклиматическим рекомендациям и сертификационным требованиям, в которых наиболее остро стоят вопросы естественного освещения, температурного режима, качества воздуха и акустики. Для исследования были выбраны типовые проекты общеобразовательных школ массового применения советского периода с разными широко распространёнными объемно-планировочными и конструктивными решениями 1960-1970-х гг. (табл. 1).[4]

Таблица 1

Основные характеристики исследуемых типовых проектов школьных зданий советского периода[5]

Номер типового проекта	Схема плана	Год утверждения	Вместимость, уч./ Кол-во классов	Конструктивное решение стен	Габаритные размеры в осях, м	Строительный объем здания, м^3	Площадь застройки, м^2	Полезная площадь, м^2	Площадь окон, м^2
2С-02-8		1964	1000/24	бескаркасное, кирпичное	66 х 53,2	17743	2110	4038	1102
222-1-126		1970	1176/30	каркасное, панельное	79,1х69	24322	3150	5916	1598
221-1-179		1973	624/16	бескаркасное, панельное	75,2х44,88	12917	1714	3212	920

В большинстве современных отечественных проектов общеобразовательных учреждений заимствована модель учебного пространства советского периода, основанная на унификации архитектурных и инженерных решений. При разработке типовых проектов советских школ учитывалась необходимость увеличения полезной площади, что вело к уменьшению общественных пространств и зон для проведения дополнительных занятий. Данная концепция превалирует и сегодня в отечественной практике проектировании школ [21].

Типовой проект № 2С-02-8 (далее т.п. № 2С-02-8) разработан в соответствии с требованиями СНиП П-Л.4-62. Композиционная схема здания линейная, состоящая из двух параллельных корпусов – 2-х этажного общешкольного со стороны главного входа и 3-х этажного учебного корпуса соединённых 2-х этажным переходом, включающим помещения для учебы, администрации и вестибюль. Размер оконных проемов по фасаду – 2100 х 2400 мм, простенок/шаг – 770 мм. Учебные и общешкольные помещения освещены одинаково. Спортивный зал шириной 12 м, имеет двухстороннее освещение окнами размером 5900 х 4800 мм и 2100 х 4300 мм. Оконные проемы лестничных клеток заполнены стеклоблоками. Конструктивное решение – бескаркасное здание со стенами из пористого кирпича. Покрытия и перекрытия – плиты сборные железобетонные многопустотные. Решение кровли – совмещенная, невентилируемая, рулонная.

[4] Руководство по рациональному использованию школьных зданий, построенных по проектам прошлых лет / ЦНИИЭП учебных зданий. М.: Стройиздат, 1979. 31 с.
Рекомендации по реконструкции и модернизации существующего фонда школьных зданий в соответствии с современными педагогическими требованиями. М.: Москомархитектура, 1997. 24 с.

[5] Научно-технические, методические и проектные рекомендации по энергоснабжению в школьных зданиях России. Том 2. Архитектурно-планировочные и энергосберегающие решения реконструируемых типовых школьных зданий. Госстрой России. 2001. 46 с.

Типовой проект № 222-1-126 (далее т.п. № 222-1-126) соответствует требованиям СНиП П-Л.4-62. Представляет собой периметральное здание с одним 2-х этажным общешкольным блоком, двух 3-х этажных учебных корпусов и двух одноэтажных переходов соединяющие блоки по первому этажу, в которых расположены вестибюли с гардеробами. Остекление фасадов ленточное с импостами шириной 600 мм, закрывающими колонны каркаса. Размеры основных оконных проёмов 5400 х 2100 мм в шестиметровом пролёте и 2400 х 2100 мм в трехметровом. Отличительной особенностью данного проекта является наличие внутреннего двора, что обуславливает формирование внешнего и внутреннего фасадов. Со стороны внешнего фасада расположены классы, лаборатории, столовая, спортивный и актовый залы. Рекреации, лестницы, переходы, гардеробы и вестибюли обращены во внутренний двор. По проекту, здание каркасное с навесными керамзитобетонными панелями, покрытия и перекрытия – плиты сборные железобетонные многопустотные. Кровля – совмещенная, невентилируемая, рулонная, утепленная керамзитобетонным гравием.

Типовой проект № 221-1-179 (далее т.п. № 221-1-179) разработан в соответствии с требованиями СНиП II-65-73. Композиционная схема здания линейная, П-образная, состоящая из 3-х этажного блока со стороны главного фасада с учебными классами и 2-х примыкающих параллельных одноэтажных блоков с общешкольными помещениями. Ширина блоков 12 м. Сплошное ленточное остекление размером 6000 х 2000 мм чередуется импостами шириной 780 мм, прикрывающими внутренние несущие стены. Несущий остов здания – однослойные стеновые панели из ячеистого бетона и сборные железобетонные многопустотные плиты. Кровля – совмещенная, невентилируемая, рулонная с засыпным утеплителем.

Основой анализа по выявлению потенциальных биофильных свойств типовых проектов школ, является оценка влияния особенностей объёмно-планировочных параметров с учетом совокупных показателей в помещениях, таких как дневной свет, воздух, запахи, звуки, шумы, наружные виды и растительность. Предоставление разнообразных биофильных возможностей, повышает комфорт и стимулирует различные положительные эмоции и позитивные физические ощущения (табл. 2).

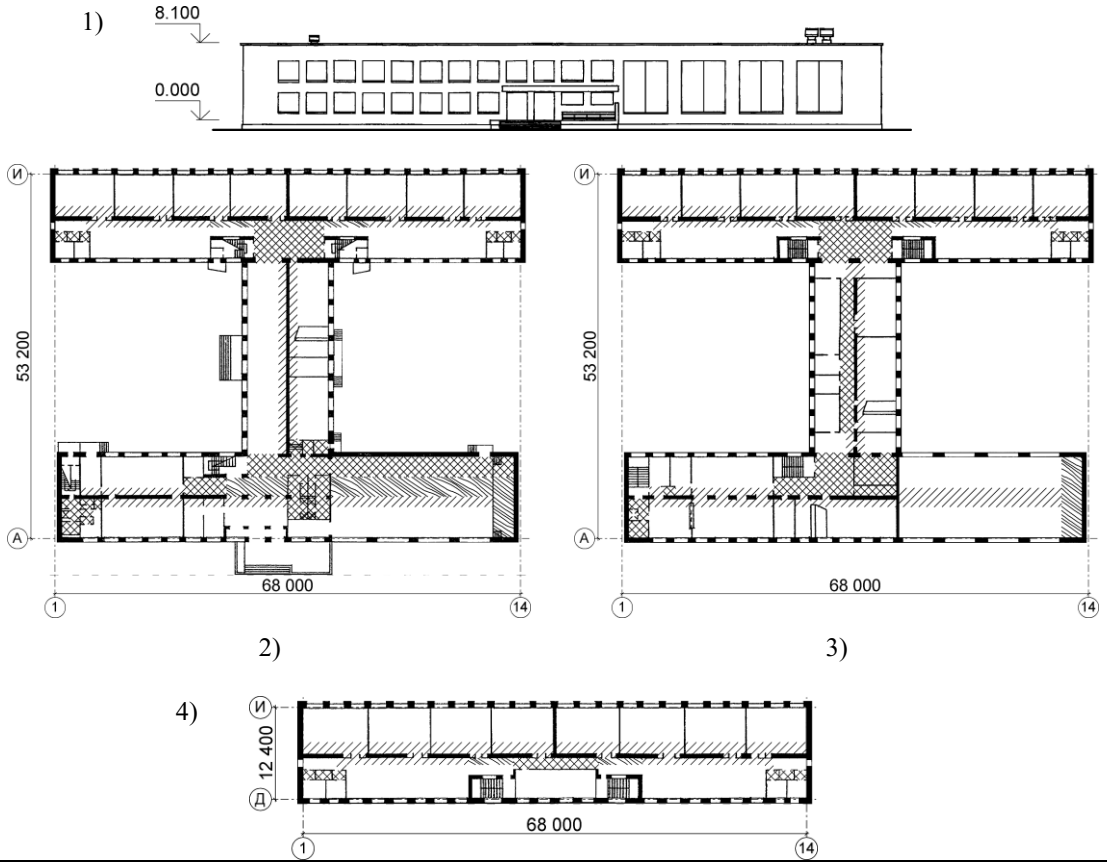
Таблица 2

Краткие критерии диагностики биофильных характеристик объектов и соответствующий тип характеристик и контактов потребителей

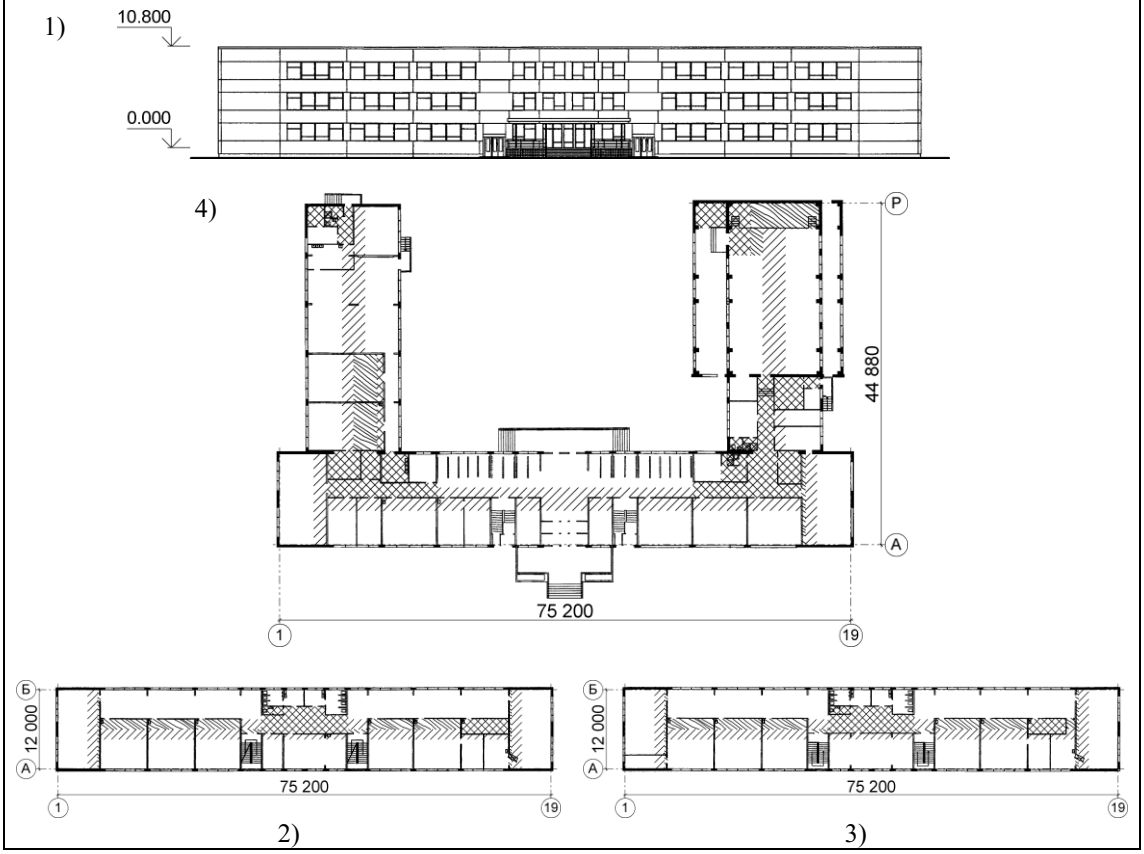
Критерии диагностики	Природа				Связь			
	Солнце	Воздух	Вода	Растения	Наружные виды	Соприкос-новение	Запах	Звуки
Габариты здания	x	x			x	x	x	x
Глубина здания	x	x			x	x	x	x
Пропорции внутренних пространств	x	x			x	x	x	x
Высота потолков	x	x			x			
Окна в регулярно занимаемых помещениях	x	x	x	x	x	x	x	x
Размеры проемов (остекленных, открытых)	x	x	x	x	x	x	x	x
Высота подоконников	x			x	x			

Чертежи трех типовых проектов были проанализированы при помощи программы ArchiCad (v. 23.0 7000, разработчик Graphisoft SE). В программе были произведены обмеры планов, фасадов и разрезов объектов для получения значений, таких как соотношение площади пола к оконным проёмам (рис. 1). Затем эти данные сравнивались с пороговыми значениями, согласно биофильным, биоклиматическим рекомендациям и сертификационным требованиям. Этот анализ способствует выявить проблемные зоны при реконструкции и модернизации существующего фонда школьных зданий в соответствии с современными эксплуатационными требованиями.

А. Типовой проект № 2С-02-8



Б. Типовой проект № 221-1-179



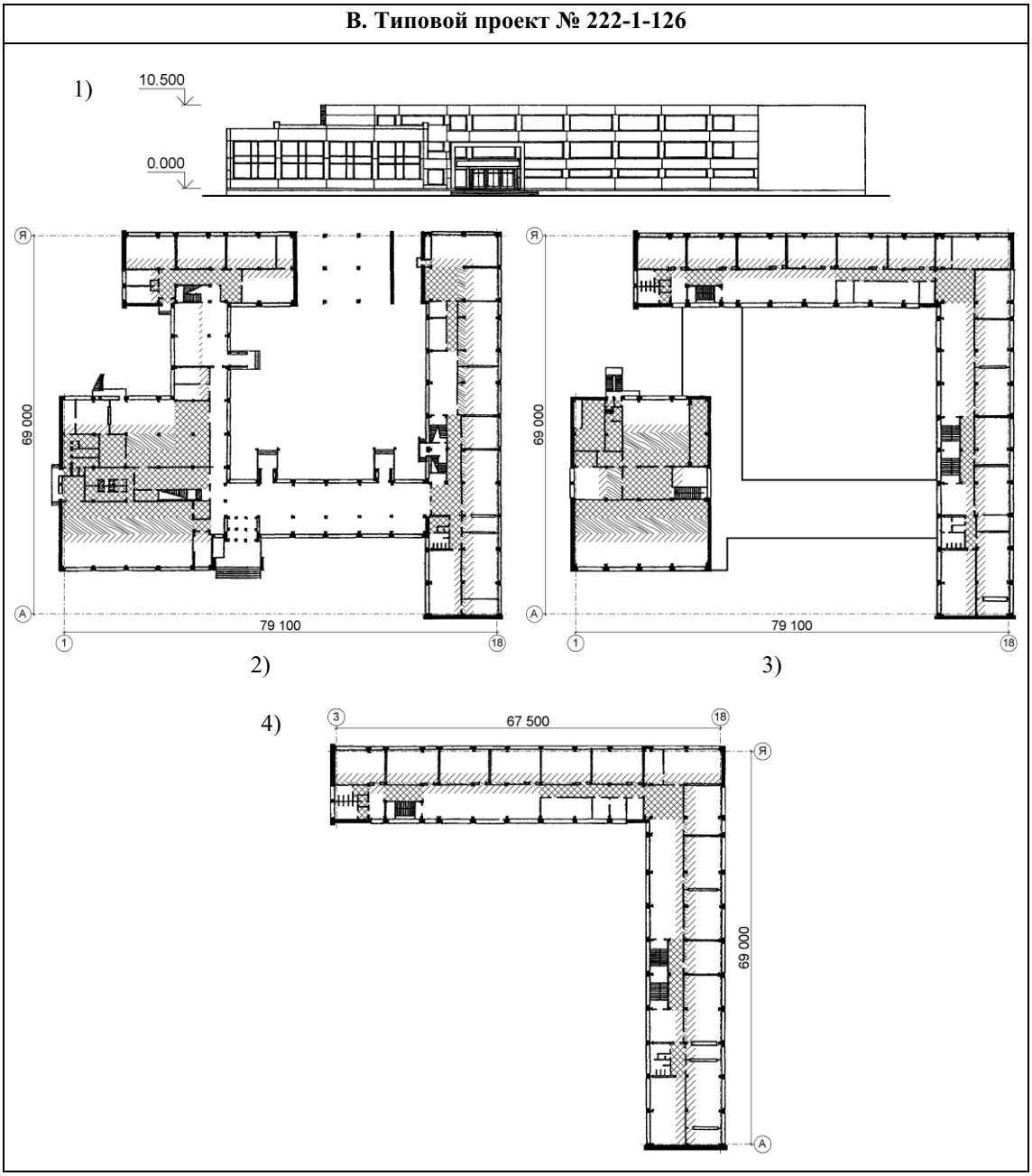


Рис. 1. Типовые проекты общеобразовательных школ: А – типовой проект № 2С-02-8, Б – типовой проект № 221-1-179, В – типовой проект № 222-1-126. 1 – схема главного фасада, 2 – план 1-го этажа, 3 – план 2-го этажа, 4 – план 3-го этажа. Зоны поверхности пола полезной площади, удаленные от наружной стены с оконными проемами:

– свыше 4,5 м; – свыше 6 м. – площади без естественного освещения

(иллюстрация авторов)

Fig. 1. Typical projects of secondary schools: A – typical project No 2C-02-8, Б – typical project No 221-1-179, B – typical project No 222-1-126. 1 – scheme of the main facade, 2 – plan of the 1st floor, 3 – plan of the 2nd floor, 4 – plan of the 3rd floor. Areas of the floor surface of the usable area away from the outer wall with window openings:

– over 4.5 m; – over 6 m. – areas without natural light

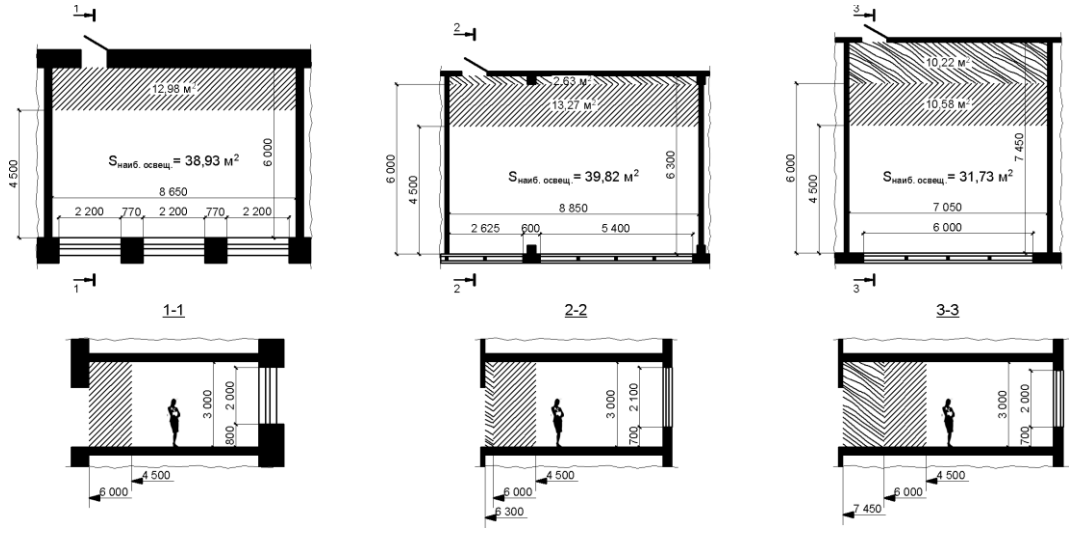
(Illustration by the authors)

Использование объективных критериев и измерений выявило относительные различия между исследуемыми типовыми проектами советских школ 1960-1970-х гг., с

точки зрения потенциальных биофилических качеств и соответствующих проблем для комфортного пребывания потребителей. Анализ пропорций здания и помещений, а также оконного остекления и проемов выявил возможные проблемы.

3. Результаты и обсуждение

Однотипные классные кабинеты в исследуемых типовых проектах имеют разные показатели дневного освещения, естественной вентиляции и возможность обзора наружных видов. Высота потолка классов и других учебных помещений во всех представленных проектах составляет около 3 м, что соответствует нормативным требованиям своего времени СНиП П-Л.4-62 (п. 3.2) и СНиП II-65-73 (п. 3.4), являются типичной для советских школ 1960-1970-х гг. Типичная высота глаз детей начальных классов, сидящих за партой, приближается к одному метру. Высота подоконников, в классах трех типовых проектов, варьируется от 0,7 м до 0,8 м (рис. 2), что достаточно для визуального восприятия внешней среды.



А) Б) В)

Рис. 2. Классные помещения: А – типовой проект № 2С-02-8, Б – типовой проект № 222-1-126, В – типовой проект № 221-1-179. Зоны поверхности пола, удаленные от наружной стены с оконными проемами:

– свыше 4,5 м; – свыше 6 м

(иллюстрация авторов)

Fig. 2. Classrooms: A – typical project No 2C-02-8, Б – typical project No 222-1-126, B – typical project No 221-1-179. Areas of the floor surface away from the exterior wall with window openings:

– over 4.5 m; – over 6 m

(Illustration by the authors)

Исходя из биоклиматических рекомендаций в классах т.п. № 2С-02-8 самая большая зона, освещаемая естественным светом и позволяющая более активно осуществлять визуальный контакт с внешней средой (75,0 %), в т.п. № 221-1-179 наиболее низкие показатели (60,4 %) (табл. 3). Но в т.п. № 221-1-179 данный показатель отчасти компенсируется приемлемым световым коэффициентом (1:4,4). В классах исследуемых типовых проектах, частично освещенная зона составляет от 20,1 до 25 %. В классном кабинете т.п. № 221-1-179 самый высокий показатель удаленности зоны пола от окна на расстояние более 6 м (19,5 %). Согласно СанПиН 2.4.2.2821-10, во время занятий потребуется постоянно освещать данную зону искусственным светом, что является негативным показателем в том числе с точки зрения экономии электроэнергии.

Классные кабинеты, удлинённые и менее глубокие, представляют собой потенциал для увеличения мультисенсорных впечатлений от внешней среды, при условии, что окна

занимают всю длину фасада. Положительным примером может служить т.п. № 222-1-126 в котором соотношение пропорций класса составляет 1,4 и при этом наилучший световой коэффициент (1:3,3). Напротив, более глубокие относительно длины классы, как, например в т.п. № 221-1-179 (соотношение 0,9), могут вести к неравенству учеников, так как сидящие у окон, имеют больше возможностей для восприятия внешней среды, чем дети, сидящие в задней части помещения.

Рассматривая исходные измеримые параметры классных кабинетов, такие как план, высота, пропорции помещения на соответствие биофильным и биоклиматическим рекомендациям, классы в т.п. № 2С-02-8 и № 222-1-126 имеют более высокий потенциал, чем т.п. № 221-1-179.

Таблица 3

Сравнительные показатели исследуемых типовых проектов

Типовые проекты школ	Классный кабинет				Показатели поверхности пола в зависимости удаления от наружной стены с оконными проемами или требующие подсветки, %					
					Учебные помещения			Общешкольные помещения		
	Площадь помещения, м2	Площадь оконного проёма, м2	Световой коэффициент	Соотношение сторон длина / глубина	4,5 м	4,5-6 м	> 6 м*	4,5 м	4,5-9 м	> 9 м**
№ 2С-02-8	51,9	13,2	1:3,9	1,4	75,0	25	–	53,2	20,9	19,2
№ 222-1-126	55,8	16,9	1:3,3	1,4	71,4	23,8	4,7	50,1	12,5	29,5
№ 221-1-179	52,5	12	1:4,4	0,9	60,4	20,1	19,5	65,6	15,7	16,1

Примечание:
* Согласно СанПиН 2.4.2.2821-10 во время занятий необходима постоянная подсветка искусственным светом.
** Согласно зарубежным стандартам ASHRAE, IES, USGBC (LEED), Living Building Challenge, WELL Building Standard при эксплуатации необходима постоянная подсветка искусственным светом.

Высота потолка общешкольных помещений во всех представленных проектах составляет около 3 м, кроме спортивно-гимнастических залов (около 6 м). Зоны с наибольшим средним показателем освещённости естественным светом и позволяющим потребителям наблюдать наружные виды представлены в т.п. № 221-1-179 (65,6 %) с наименьшим в т.п. № 222-1-126 (50,1 %). В общешкольных помещениях показатели частично освещенной зоны варьируют от 15,7 до 20,9 %. Самый высокий усреднённый показатель удаленности зоны пола от окна или требующий постоянной подсветки при эксплуатации общешкольных площадей наблюдается в т.п. № № 222-1-126 (29,5 %). В большей степени это связано с недостаточным, исходя из биофильных принципов, освещением в двухэтажном блоке, совмещающим библиотеку, актовый, обеденный, актовые залы и подсобные помещения. При принятие проектных решений реконструкции школ, исходя из данных показателей, перепланировка общешкольных площадей потребует индивидуального подхода.

Потенциальные проблемы для реализации биофилических принципов в проекте реконструкции школ возможно идентифицировать при выявлении регулярно занятых площадей, удалённых от оконных проемов и требующих постоянной подсветки при эксплуатации, свыше 6 м в учебных и 9 м в общешкольных помещениях. При этом необходимо учитывать световые коэффициенты помещений. Собранные количественные данные способствуют диагностике потенциальных биоклиматических качеств зданий. Систематизация полученных результатов и сопоставление их с пороговыми значениями, рекомендованными системами сертификации зданий позволят создать в образовательном учреждение биофилические пространства, обеспечивающие комфортную связь с внешней

средой.

Объёмно-планировочные решения здания могут выявить проблемы и возможности для биофильных связей с внешней средой. В узких зданиях легче обеспечить хорошее освещение и циркуляцию свежего воздуха внутри помещений чем в широких строениях [22]. Расположение парт учащихся в удалении от окон в широких помещениях, может ограничить доступ к окружающему виду, естественному свету и естественному движению воздуха.

Размеры планов и разрезов здания в архитектурно-строительных чертежах позволяют определить степень проникновения дневного света в помещения, одного из важных атрибутов создания связи с внешней средой. В России, для обеспечения нормативных уровней инсоляции, естественного и искусственного освещения, необходимо учитывать требования СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» (далее СанПиН). В соответствии с требованиями СанПиН к естественному освещению в общеобразовательных учреждениях отношение площади остекления к площади пола (световой коэффициент) должно быть не менее 1:6; если глубина учебного помещения превышает 6 м, требуется организация подсвечивания с правой стороны, высотой не менее 2,2 м от уровня пола. В биоклиматической литературе наиболее освещенная зона в здании обычно соответствует ширине 4,5 м вглубь помещения, по периметру от наружной стены с оконными проемами. Следующие 4,5-9 м образуют частично освещенную зону. В зоне, отдаленной от фасада более 9 м, при эксплуатации необходима постоянная подсветка искусственным светом [23]. В соответствии с критериями стандарта WELL Building Standard, менее 70 % площади пола должны находиться на расстоянии от наружной стены в пределах 6 м и менее 30 % площади пола должны отстоять на 7 м.

В интерьере высокие окна и потолки кроме эстетической привлекательности способствуют большему проникновению дневного света внутрь помещения. Кроме этого, в учебных заведениях с высоким потолком возможно организовать перепады по высоте, которые являются атрибутом биофильного дизайна, построенном на комплиментарных контрастах. Изменяя структуру дневного света, многоуровневые потолки могут вызывать ощущения высокого и низкого, открытого и закрытого, что влияет на тепловые и слуховые ощущения в помещениях. Однако в учебных классах должны превалировать высокие потолки [24]. Следует учитывать, что, согласно российским нормативным требованиям, высота учебных помещений в чистоте должна быть не менее 3 м. Высота горизонтальных коммуникаций в учебных зданиях допустима не менее 2,6 м.[6]

Наличие окон в регулярно используемых помещениях, возможно, является самым простым и важным показателем контакта потребителей с внешней средой. Окна являются ключевым элементом при проектировании биофильных зданий для создания благоприятной, комфортной среды внутри объекта. Интенсивность естественного освещения помещения напрямую влияет на здоровье, позитивный настрой, активность и успеваемость учащихся [25]. Характеристики остекления влияют на степень потери тепла, при отсутствии солнечного излучения ночью и зимой и на перегрев из-за прямого солнечного излучения летом. Недостаток естественной вентиляции может привести к перегреву и загрязнению воздуха в помещении.

Некоторые приёмы биофильного дизайна обращены к визуальным ощущениям, другие подчеркивают важность сенсорной изменчивости и невизуальных связей с природой. Нерациональное использование оконных проёмов ограничивают биофилические качества пространства, поскольку они исключают тепловой, обонятельный и слуховой обмен с внешней средой. Отсутствие разнообразных сенсорных впечатлений может привести к скучной и неудовлетворительной обстановке, что в конечном итоге негативно сказывается на здоровье, настроении и эффективности выполнения поставленных задач перед учащимися. В тоже время чрезмерная сенсорная стимуляция может отвлекать учеников и негативно влиять на их концентрацию.

Высота окон определяет степень проникновения естественного света вглубь

[6] СП118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».

интерьера здания. Чем выше размещение окна от уровня пола, тем более равномерно распределение дневного света и глубже его проникновение в помещение. Как правило, дневной свет проникает в помещение на глубину, примерно в 1,5-2 раза превышающую высоту окна. Кроме того, высота подоконников влияет на поле обзора внешней среды. Поле зрения меняется в зависимости от глубины здания, и учащиеся, сидящие дальше от наружной стены с окнами, будут иметь более ограниченный вид на небо и, возможно, будут меньше подвержены воздействию меланопического света, который является индикатором циркадного ритма (циклических колебаний интенсивности всевозможных биологических процессов), обеспечиваемого солнцем. Например, при разработке раздела «Дизайн циркадного освещения» проектной документации, учет критериев WELL Building Standard (США) позволяет обеспечить снижение нарушений циркадного ритма, повлиять на улучшение качества сна, показатели эмоционального состояния и активности людей[7].

Ориентация окон по сторонам света также является важным фактором биофильного дизайна в здании, поскольку она может влиять на количество естественного света и наружных видов, доступных потребителям. Например, окна, выходящие на юг, могут обеспечивать достаточное количество солнечного света в течение всего дня, в то время как окна, выходящие на север, могут получать меньше прямого солнечного света, но открывать более комфортный визуальный контакт с природой и другими элементами внешнего мира. Кроме того, расположение окон может влиять на качество воздуха в помещении и энергоэффективность, что является ключевыми аспектами биофилического пространства.

Размеры оконных проёмов могут служить индикатором потенциальных проблем и возможностей для использования дневного света и естественной вентиляции до посещения объектов и проведения более детального анализа школ с явными недостатками при реконструкции.

Наружные виды и панорама за окном, расстояние обзора, количество слоев обзора, качество ландшафта или элементов и композиция представляют собой ключевые элементы биофильного дизайна, поскольку они информируют потребителей о местоположении, времени и погоде. Например, с биоклиматической точки зрения, размещение деревьев ближе к фасаду снижает поступление солнечного света летом и позволяет зимнему солнцу проникать во внутренние помещения, когда листья опадают. С точки зрения биофилии, это позволяет детям ощутить сезонные ритмы роста и изменения растительности. Явные сезонные изменения ландшафта особенно характерны в холодном климате. Динамичные изменения, связанные с сезоном, такие как траектория пути солнца, характер ветра и циклы цветения растений влияют на контакт потребителей с природой и поэтому требуют тщательной интерпретации объемно-планировочных характеристик зданий.

Эффективность метода оценки диагностики потенциальных биоклиматических качеств здания на основе геометрических характеристик, выбранных из проектной документации, заключается в доступности и простоте его использования. Предлагаемый метод позволяет архитекторам быстро оценить большую выборку зданий и выявить те из них, которые имеют ограниченную связь с природной средой (например, дневное освещение, естественную вентиляцию и наружные виды, включая уличную растительность). Исследования показали, что количественная информация, содержащаяся в проектных чертежах, позволяет провести относительное сравнение выборки школ ориентируясь на нормативные требования и биофилические критерии. Это позволит архитекторам и проектировщикам без посещения объекта определить, какие параметры ниже рекомендуемых пороговых значений, а какие помещения или характеристики требуют более детального натурного исследования и корректировки с использованием инструментов оценки после введения объекта в эксплуатацию. Во время осмотра здания могут быть внесены корректировки с учетом выявленных индивидуальных особенностей и проблем, приняты дополнительные биофильные проектировочные решения.

[7] Методическое руководство по проектированию динамического освещения общественных зданий. Минстрой России, ФАУ «ФЦС». Дата актуализации: 01.01.2021. 99 с.

Проектным группам, для получения репрезентативного результата необходимо выйти за рамки простых количественных показателей и активней использовать междисциплинарный подход. Например, сочетание архитектурной практики с дисциплиной экологическая психология, поможет дополнить проекты качественными показателями, относящиеся к восприятию природы, такими как символические отсылки, осознание и понимание людьми природных процессов. Предложенный метод также позволяет определить дополнительные связи между внутренним и внешним пространством учебных заведений используя в том числе принципы биофильной архитектуры. Например, выявить возможности озеленения прилегающей к школе территории.

Таким образом, представленный метод оценки не исключает дополненные способы диагностики позволяющие дать более полную информацию об объекте.

Данный метод архитектурной оценки реконструируемых школ предлагается в качестве первичного шага для понимания потенциальных биофильных свойств зданий перед принятием конечных решений при разработки проектной документации. Представленные компоненты являются дополнительными инструментами в проектировании, и для достижения эффективных результатов необходимо сочетать их с личным опытом, знаниями о современных исследованиях, тенденциях и актуальными нормативными требованиями касающиеся биофильного проектирования.

4. Заключение

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Предложенный метод, основанный на использовании объемно-планировочных параметров, указанных в проектных архитектурно-строительных чертежах, позволяет провести оценку школ, опираясь на стандарты экологического строительства, требования биоклиматической комфортности и биофилические принципы, для выявления проблем, препятствующих поддержанию связи человека с природой.
2. Метод архитектурной оценки реконструируемых школ предлагается в качестве первичного шага для диагностики потенциальных биофильных свойств зданий, таких как эффективность использования дневного освещения, естественной вентиляции, визуальной связи с внешней средой.
3. Преимущество данного метода заключается в быстроте, отсутствие необходимости натурного обследования объекта и понятности его использования.
4. Данная работа может послужить основой апробации метода архитектурной оценки, на основе объемно-планировочных параметров для диагностики потенциальных биофильных свойств гражданских зданий различного назначения.

Список литературы/ References

1. Новая школа. Программа капитального ремонта школ. URL: http://novayashkola.tilda.ws (дата обращения: 01.01.2023). [New school. The program of major repairs of schools. URL: http://novayashkola.tilda.ws (reference date: 01.01.2023)].
2. Galimullina A., Korotkova S. Adapting the architecture of school buildings in the context of humanizing the environment // IOP conference series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 890. 012008. DOI: 10.1088/1757-899X/890/1/012008.
3. Садыкова Л.Р., Ахтямов И.И., Ахтямова Р.Х. Архитектурные принципы организации сенсорно-стимулирующих пространств дошкольных учреждений // Архитектура и современные информационные технологии. 2021. № 2 (55). С. 320–336 [Sadykova L.R., Akhtyamov I.I., Akhtyamova R.Kh. Architectural principles of sensorial stimulating spaces design for children's preschool institutions // Architecture and modern information technologies. 2021. No 2 (55). P. 320–336. DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-320-336].
4. Вафина Д.А., Ахтямов И.И., Ахтямова Р.Х. Современные тенденции проектирования детских лагерей // Архитектон: известия вузов. 2022. № 4 (80) [Vafina D.A., Akhtyamov I.I., Akhtyamova R.Kh. Modern trends in the design of children's camps // Architecton: proceedings of higher education. 2022. No 4 (80). DOI: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-9].

5. Бутабекова А.С. Принципы биофильного дизайна в организации комфортного пространства // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 3. С. 95–99. [Butabekova A.S. Principles of Biophilic Design in the Organization of a Comfortable Space // Urban Construction and Architecture. 2022. Vol. 12, No 3. P. 95–99. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.03.13.].
6. Ryan C.O., Browning W.D., Clancy J.O., Andrews S.L., Kallianpurkar N.B. Biophilic design patterns: Emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment // Archnet-IJAR. 2014. No 8 (2). P. 62–76. DOI: 10.26687/archnet-ijar.v8i2.436.
7. Hanc M., McAndrew C., Ucci M. Conceptual approaches to wellbeing in buildings: a scoping review // Building Research & Information. 2018. No 47 (6). P. 767–783. DOI: 10.1080/09613218.2018.1513695.
8. Kellert S.R. Nature by design: The practice of biophilic design. Yale University Press. 2018. 232 p.
9. McGee B., Park N.-K., Portillo M., Bosch S., Swisher M. DIY biophilia: Development of the biophilic interior design matrix as a design tool // Journal of Interior Design. 2019. No 44 (4). P. 201–221. DOI: 10.1111/joid.12159.
10. Aristizabal S., Byun K., Porter P., Clements N., Campanella C., Li, L., ... Bauer B. Biophilic office design: Exploring the impact of a multisensory approach on human well-being // Journal of Environmental Psychology. 2021. Vol. 77. DOI: 10.1016/j.jenvp.2021.101682.
11. Hodson C.B., Sander H.A. Green urban landscapes and school-level academic performance // Landscape and Urban Planning. 2017. Vol. 160. P. 16–27. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2016.11.011.
12. Kweon B.-S., Ellis C.D., Lee J., Jacobs K. The link between school environments and student academic performance // Urban Forestry & Urban Greening. 2017. Vol. 23. P. 35–43. DOI: 10.1016/j.ufug.2017.02.002.
13. Collado S., Corraliza J.A., Staats H., Ruiz M. Effect of frequency and mode of contact with nature on children's self-reported ecological behaviors // Journal of Environmental Psychology. 2015. Vol. 41. P. 65–73. DOI: 10.1016/j.jenvp.2014.11.001.
14. Cochran Hameen E., Ken-Opurum B., Son Y.J. (2020). Protocol for post occupancy evaluation in schools to improve indoor environmental quality and energy efficiency // Sustainability. 2020. No 12 (9). 3712. DOI: 10.3390/su12093712.
15. Васильева С.Ю., Липанова Л.Л. Гигиеническая оценка микроклимата в учебных комнатах общеобразовательноё школы и факторов, его определяющих // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: материалы VII Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов. Екатеринбург: УГМУ. 2022. С. 645–650 [Vasilyeva S.Yu., Lipanova L.L. Hygienic evaluation of school classrooms microclimate conditions and its determinants // Topical issues of modern medical science and healthcare: materials of the VII International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students. Ekaterinburg: USMU. 2022. P. 645–650].
16. DeKay M., Brown G.Z. Sun, wind & light: Architectural design strategies (3rd ed.). Hoboken: Wiley. 2014. 432 p.
17. Elaouzy Y., El Fadar A. Impact of key bioclimatic design strategies on buildings' performance in dominant climates worldwide // Energy for Sustainable Development. 2022. Vol. 68. P. 532-549. DOI: 10.1016/j.esd.2022.05.006.
18. Гимадиева Л.Ш. «Зеленые стандарты» на практике (на примере Республики Татарстан) // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101. С. 2337–2348 [Gimadieva L.S. «Green standards» in practice (the example of the Republic of Tatarstan) // Scientific Journal of KubSAU. 2014. No 101. P. 2337–2348].
19. Низамиева Э.Р. Возможность адаптации «зеленых» стандартов к российской проектной деятельности // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 4 (87). С. 36–43 [Nizamieva Eh.R. Possibilities of «green» standards` adaptation to Russian design activities // Bulletin of Civil Engineers. 2021. No 4 (87). P. 36–43. DOI: 10.23968/1999-5571-2021-18-4-36-43].

20. Сухинина Е.А. Экологические стандарты для образовательных учреждений – создание безопасной и здоровой среды // Энергосбережение. 2021. № 4. С. 34–41 [Sukhinina E.A. Ecological standards for educational institutions – creating a safe and healthy environment // Energosberezheniye. 2021. No 4. P. 34–41].
21. Хазиахметова Е.В., Ахтямов И.И., Ахтямова Р.Х. Принципы организации архитектурного пространства школы на основе педагогической методики Реджио Эмилия // Архитектура и современные информационные технологии. 2019. № 3 (48). С. 148–163 [Khaziakhmetova E.V., Akhtiamov I.I., Akhtiamova R.Kh. Principles of Forming of Architectural Space of School on the Basis of Reggio Emilia Pedagog cal Methodology // Architecture and Modern Information Technologies. 2019. No. 3 (48). P. 148–163].
22. Grondzik W.T., Kwok A.G. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. Wiley. 2019. 1920 p.
23. Vásquez N.G., Felippe M.L., Pereira F.O.R., Kuhnen A. Luminous and visual preferences of young children in their classrooms: Curtain use, artificial lighting and window views // Building and Environment. 2019. Vol. 152. P. 59–73. DOI: 10.1016/ j.buildenv.2019.01.049.
24. Vartanian O., Navarrete G., Chatterjee A., Fich L.B., Gonzalez-Mora J.L., Leder H., Modroño C., Nadal M., Rostrup N., Skov M. Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions. Journal of Environmental Psychology. 2015. Vol. 41. P. 10–18. DOI: 10.1016/j.jenvp.2014.11.006.
25. Matusiak B.S., Klöckner C.A. How we evaluate the view out through the window // Architectural Science Review. 2016. No 59 (3). P. 203–211. DOI: 10.1080/00038628.2015.1032879.

Информация об авторах

Куприянов Валерий Николаевич, докт. техн. наук, профессор, член-корр. РААСН, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
Email: kuprivan@kgasu.ru
Мирсаяпов Илизар Талгатович, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
Email: mirsayapov1@mail.ru
Хабибулина Альбина Гомеровна, кандидат экономических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация.
E-mail: albgomer@mail.ru
Хабибулина Аделя Маратовна, архитектор, Архитектурная студия ООО «ОФИС ДЕ», г.Казань, Российская Федерация.
E-mail: adelya0514@mail.ru

Information about the authors

Valery N. Kupriyanov, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of the RAACS, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: kuprivan@kgasu.ru
Ilizar T. Mirsayapov, doctor of technical sciences, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
E-mail: mirsayapov1@mail.ru
Albina G. Khabibulina, Candidate of Economical Sciences, Associate Professor, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russian Federation.
E-mail: albgomer@mail.ru
Adelya M. Khabibulina, architect, Architectural Studio LLC «OFFICE DE», Kazan, Russian Federation.
E-mail: adelya0514@mail.ru

УДК: 725.1
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_145
EDN: PJYDBO

Казанский опыт проектирования гостиниц экономического класса «0»

Киносьян Н. С.[1], Уразова А. Р.[1]
[1]Казанский Государственный Архитектурно-Строительный Университет,
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи.* Статья посвящена проблеме отсутствия планомерного развития сектора гостиниц экономического класса «0» в Казани, тогда как в настоящее время данный сегмент является наиболее популярным и стремительно развивающимся в мировом гостиничном бизнесе. Авторами исследовано 22 объекта из разных районов города с различным числом номерного фонда, функциональными задачами и ценовой политикой. *Целью* исследования является выявление планировочных, градостроительных, типологических и законодательных проблем на современном этапе развития гостиниц экономического класса «0» в условиях Казани. *Задачами* исследования являются: изучение мирового опыта проектирования гостиниц экономического класса «0»; комплексный анализ существующих гостиниц экономического класса «0» в структуре г. Казани; выявление типологических особенностей гостиниц экономического класса «0» Казани; анализ внутренней планировочной структуры гостиниц экономического класса «0» Казани; изучение законодательной базы современного проектирования гостиниц экономического класса «0» Казани
Результаты. В ходе исследования были выявлены подходы к размещению казанских гостиниц экономического класса «0» в сетке городского пространства, количество и контингент пользователей, а также обозначены ряд ключевых проблем, связанных с проектированием и внутренней организацией гостиниц экономического класса «0».
Выводы. Исследование показывает, что казанский опыт проектирования гостиниц экономического класса «0» пока еще не имеет крепкой законодательной и архитектурно-градостроительной базы. Вновь построенных объектов в данном сегменте нет, а, как правило, существуют объекты в большей или меньшей степени адаптированные под данный сегмент.
Значимость полученных результатов для архитектурной практики состоит в обозначении перспектив развития казанских гостиниц экономического класса «0» с точки зрения градостроительства, введения новых типологий гостиниц экономического класса «0», грамотной реновации исторических зданий и уточнения законодательной базы.

Ключевые слова: хостел, туризм, гостиницы экономического класса «0» ($ГЭК^0$), казанский опыт проектирования.

Для цитирования: Киносьян Н. С., Уразова А. Р. Казанский опыт проектирования гостиниц экономического класса «0» // Известия КГАСУ. 2023. №1(63), с.145-158, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_145, EDN: PJYDBO

Experience in the design of economic class «0» hotels in Kazan

Kinosyan N.S., Urazova I. R.
Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

Abstract: *Problem Statement.* The article is devoted to the problem of the lack of systematic development of the sector of economic class "0" hotels in Kazan, while at present this segment is the most popular and rapidly developing in the global hotel business. The authors examined 22 objects from different districts of the city with a different number of hotel room capacity, functional tasks and pricing policies. *The purpose* of the study is to identify planning, urban planning, typological and legislative problems at the current stage of development of economic class "0" hotels in Kazan.
The objectives of the study are: study of international experience in the design of economic class "0" hotels; comprehensive analysis of existing economic class "0" hotels in the structure of Kazan; identification of typological features of economic class "0" hotels in Kazan; analysis of the internal planning structure of economic class "0" hotels in Kazan; study of the legal framework of modern design of economic class "0" hotels in Kazan.
Results. During the study, approaches to the placement of Kazan economic class "0" hotels in the grid of urban space, the number and groups of users were identified, and a number of key problems related to the design and internal organization of economic class "0" hotels were identified.
Conclusions. The study shows that Kazan experience in designing economic class "0" hotels does not yet have a strong legislative and architectural and urban planning base. There are no newly built objects in this segment, but, as a rule, there are objects to a greater or lesser extent adapted for this segment. The significance of the results obtained for architectural practice consists in identifying the prospects for the development of economic class "0" hotels in Kazan from the point of view of urban planning, the introduction of new typologies of economic class "0" hotels, competent renovation of historical buildings and clarification of the legislative framework.
Keywords: hostel, tourism, economy class **«0»** hotels (ECH^0), Kazan design experience.

For citation: Kinosyan N.S., Urazova I. R., Experience in the design of economic class **«0»** hotels in Kazan//News KSUAE 2023 №1(63), p. 145-158, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_145, EDN: PJYDBO

1. Введение.

Класс гостиниц экономического класса «0» (ГЭК^0, хостел) – новый тип бюджетных гостиничных предприятий в различных формах собственности, предназначенных для временного проживания людей и способных внедряться в различные градостроительные структуры. Рассматриваемая типология предлагает минимально необходимые параметры помещений и номенклатуру оказываемых услуг [1]. Данная система временного размещения в своем современном проявлении существует 110 лет. Их появление ознаменовано возникновением «Youth Hostel Association» («Ассоциация молодежных хостелов»), которая была переименована в «Hostelling International» (HI). И последнее десятилетие можно считать периодом нового рождения, таких систем временного размещения, как хостелы. Их появлению предшествуют следующие факторы:
– согласно исследованиям американской компании Smith Travel Research, за период с 2002 года по настоящее время на 30% увеличилось количество бизнес - туристов, не желающих оплачивать услуги, которыми они не пользуются;
– частые и короткие путешествия стали глобальным стилем жизни людей;
– расширяется рынок клиентов, которым гостиница нужна на ограниченное количество времени (например, транзитные пассажиры);
– многие туристы предпочитают удобство размещения в центре города по разумной цене вместо того, чтобы пользоваться дополнительными услугами крупных гостиниц;

– компании стремятся уменьшить командировочные расходы подчиненных;
– земля как ограниченный ресурс дорожает, доступ к удобным участкам сокращается, это вынуждает искать новые подходы к размещению гостиничного бизнеса;
– современные технологии позволяют интегрировать данную типологию в сложившееся туристическое пространство и приблизиться к объектам туристского интереса;
– современные технологии позволяют уменьшать размеры оборудования номеров (плоские телевизоры, сенсорные панели, капсульное размещение), в результате чего можно сокращать необходимое жилое пространство [2].

Популярность ГЭК^0 может базироваться и на экономической составляющей (37% опрошенных граждан России рады возможности долгосрочной аренды за разумную плату, установленную в размере 10000-20000 руб. в месяц, при наличии минимальных гарантий) и на визуальной сдержанности в вопросах планировочного и интерьерного решений [1].

На данную современную ситуацию повлиял ряд факторов. Первостепенное значение имеет постоянно увеличивающийся рост численности населения Земли, при этом в крупных городах и мегаполисах выявлена тенденция к сверхплотному проживанию. Во-вторых, наши современники очень мобильны, поэтому частые и непродолжительные путешествия стали возможным и даже необходимым условием жизнедеятельности. Мобильность жизни становится мировым трендом и стилем жизни не только обеспеченных граждан, но большой прослойки людей, ограниченных в средствах, что требует адекватного обеспечения временным экономичным жильем [3].

Несмотря на популярность вопросов туризма и альтернативных систем размещения, количество исследователей, занимающихся гостиницами экономического класса «0», их размещением в сетке городского пространства, связями с транспортными артериями, типологией и организацией внутреннего пространства, сравнительно небольшое.

К таким исследователям относятся: Клочко А. Р., Клочко А. К., занимающиеся вопросами внедрения хостелов в структуру жилой застройки, определением минимального жилого пространства [1], тенденцией минимизации пространства хостелов [2], функционально-планировочной и пространственной организацией ГЭК^0 [3].

Исследователи Рубцов В.А., Биктимиров Н.М., Байбаков Э.И., Сидоров В.П. занимались оценкой современного состояния хостелов и динамикой рынка гостиничных услуг в городе Казани [4].

Исследование Закировой Ю. А., Хуснутдиновой С. Р., Дембича А. А. посвящено изучению вопроса формирования полицентричной структуры города Казань и особенностей ее административного деления [5].

Основная актуальная информация о работе, типе проживания, предоставляемых услугах казанских ГЭК^0 была получена из таких открытых источников, как поисково-информационные картографические службы Яндекса [6], 2GIS [7], системы интернет-бронирования отелей Tvil.ru [8], Booking.com [9].

Ряд исследователей занимались изучением зарубежного опыта проектирования хостелов. Gergely Hory, Zoltán Major, Péter Müllner, Melinda Benko исследовали проблемы пространственного дизайна в хостелах для туристов в историческом центре Будапешта [10]. Исследование Коротковой С. В. посвящено проблеме формирования окружающего пространства без барьеров [11]. Veríssimo, M. and Costa, C. занимались исследованием ключевых особенностей положительного опыта обслуживания в хостелах [12]. Borovskaya I., Dedova M. рассматривали опыт Санкт-Петербурга с точки зрения креативного восприятия пространства и дизайнерских решений [13]. Huei-Ju Chen, Soke Wen Wong, Anil Bilgihan, Fevzi Okumus занимались вопросами экспериментальной ценности или восприятия капсульных отелей [14]. Коновалова Н. рассматривала опыт проектирования японских гостиниц и влияния их истории на минимизацию пространства [15]. Также Клочко А. Р., Клочко А. К. занимаются исследованием развития сети малых ГЭК^0 [16]. Шайхетдинова Л.А в своем исследовании рассматривает перспективы развития капсульных хостелов в России [17].

Анализ статистических данных и данных опроса [4] позволяет утверждать, что гостиницы экономического класса «0» актуальны для молодежного контингента (18-30 лет). Основной частью потребителей являются студенты и молодые специалисты.

В связи с приростом в Казань большого количества иногородних студентов, проведения международных спортивных мероприятий и выставок возникла острая потребность в появлении и развитии гостиниц экономического класса «0».

Целью исследования является выявление планировочных, градостроительных, типологических и законодательных проблем на современном этапе развития гостиниц экономического класса «0» в условиях Казани.

Задачами исследования являются:

– изучение мирового опыта проектирования ГЭК^0;
– комплексный анализ существующих ГЭК^0 в структуре г. Казани;
– выявление типологических особенностей ГЭК^0 Казани;
– анализ внутренней планировочной структуры ГЭК^0 Казани;
– изучение законодательной базы современного проектирования ГЭК^0 Казани

2. Материалы и методы.

Методика исследования в рамках данной статьи основана на анализе и систематизации данных источников, а также натурном обследовании выбранных ГЭК^0 в г. Казани.

В статье рассмотрено 22 гостиницы экономического класса «0», что составляет около 20% от их общего числа объектов по г. Казань. Рассматриваемые объекты расположены в различных точках города, относятся к разной ценовой категории и представляют разные типы временного размещения.

Натурное исследование включало в себя выезд к объектам исследования, фотофиксацию экстерьеров и интерьеров, обозначение расположения в сетке городского пространства и непосредственно здания, сопоставления внешних архитектурных признаков, определение типа размещения хостелов, определение функциональной программы (организации внутреннего пространства).

По итогам исследования составлена авторская таблица и сформулированы выводы.

3. Результаты и обсуждение.

Гостиницы экономического класса «0» быстрее других сегментов гостиничного бизнеса откликаются на современные тенденции развития общества и в последнее десятилетие являются представителями гостиничного сектора экономики по вопросам устойчивого развития туризма. Организация «Hostelling International» в начале века начинают экологическую кампанию по всему миру. Они становятся новаторами в организации внутреннего пространства в средствах временного размещения. Это показывает их актуальность и необходимость их самоопределения в типологии общественных гостиничных зданий.

На момент 2023 года в Казани существует 92 гостиницы экономического класса «0». Это является третьим показателем по России после г. Москвы и г. Санкт-Петербурга (согласно данным из открытых источников – поисково-информационные картографические службы Яндекса [5], 2GIS [6], системы интернет-бронирования отелей Tvil.ru [7], Booking.com [8]). С 2020 года начинает увеличиваться процент внутреннего туризма в России, в том числе в столицу Татарстана г. Казань.

Гостиницы экономического класса «0» предназначены для туристов, приезжающих на короткий срок, с намерением недорого отдохнуть и посетить достопримечательности. Число таких постояльцев во многом зависит от больших мероприятий, проводимых в городе (например, Универсиада и Чемпионат Мира) и от праздников (Новый год и последующие нерабочие дни и каникулы).

По статистическому опросу [4] можно выделить 4 группы туристов, активно пользующихся гостиницами экономического класса «0».

К первой группе относятся женщины в возрасте от 24 до 34 лет, специалисты среднего звена с высшим образованием и доходом более 45 тыс. рублей.

Второй группой являются студенты, прибывшие из других регионов России и из-за границы, поскольку Казань с недавних пор является крупным центром среднего и высшего образования. По данным той же статистики [4] в казанских учреждениях высшего и профессионального образования учатся более 160 тыс. человек, из которых ¾ являются учащимися из других городов и стран. В настоящее время у многих учебных заведений нет возможности разместить всех приезжих студентов в общежитии. Хостелы как альтернатива студенческим общежитиям, все больше набирают в данном случае популярность, поскольку обходятся недорого и сохраняется общность проживания. Проживающая в хостелах Казани студенческая молодежь составляет около 62 %.

Третьей группой постояльцев, являются работники компании, владельцы малого бизнеса, участники конференций и научных форумов, студенты заочной системы обучения из других городов в период сессии и т. д.

Четвертая группа постояльцев – это жильцы, рассматривающие хостел как альтернативу съемному жилью, когда возможно сэкономить на арендной плате, так как многие хостелы предоставляют скидку для постояльцев с долгосрочным сроком аренды. Подобный образ жизни также возможен внештатных сотрудников различных организаций, работающих на удаленной основе.

Для определения степени привлекательности хостелов города Казани для потенциальных туристов города существуют данные опроса [4], позволяющие определить структуру потребителей, воспользовавшихся гостиничными услугами хостелов. В структуре постояльцев мужчины составляют 59 %, а женщины – 41 %. Около 35 % клиентов хостела – молодежь в возрасте 21–25 лет (примерно одинаковую долю – по 25 % – имеют возрастные группы 18–20 лет и 25–30 лет), а представителей старшей возрастной группы (30 лет и старше) – всего 5 %.

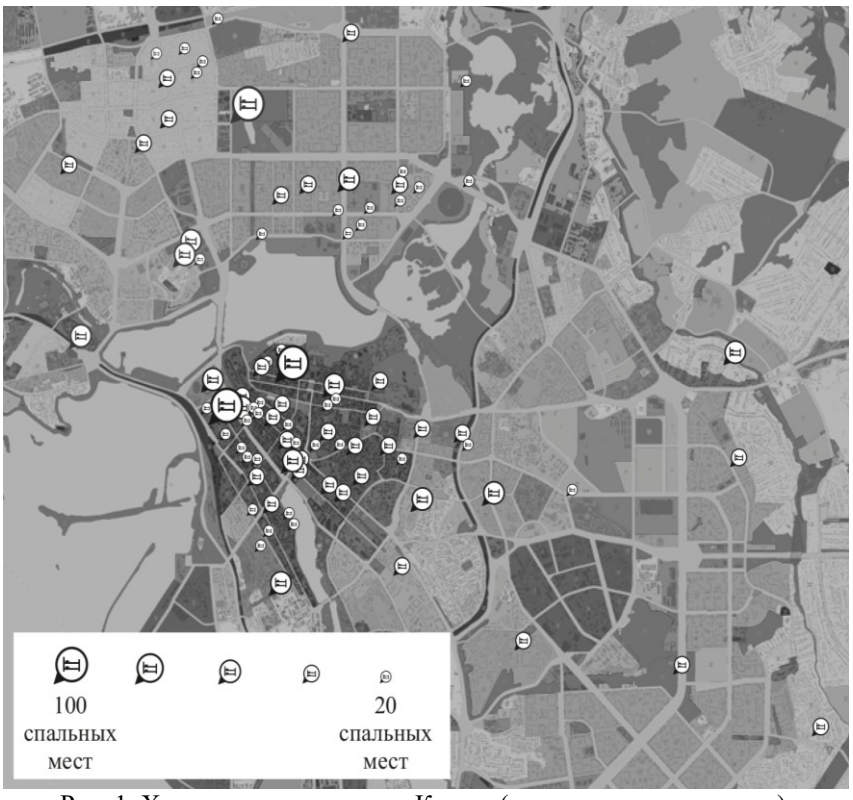


Рис. 1. Хостелы в сетке города Казань (авторская иллюстрация)
Fig. 1. Hostels in the Kazan city (author's illustration)

В настоящее время в Казани существует 92 объекта, которые относятся к гостиницам экономического класса «0» (хостелы) (Рис. 1). Сам город разделен на семь административных районов – Авиастроительный, Вахитовский, Кировский, Московский, Ново-Савиновский, Приволжский, Советский, заметно отличающихся как по численности населения, так и функциональному наполнению, природно-экологическим

условиям. Можно отметить, что каждый административный район имеет свое лицо, свои исторические и географические особенности [5]. Исходя из особенностей расположения, количества культурно-исторических объектов и транспортно-пешеходной доступности, больше половины хостелов расположено в центральном, Вахитовском районе.

В процентном отношении на Вахитовский район приходится 67,5% всех ГЭК^0, на Ново-Савиновский – 9,8%, Приволжский – 8,7%, Кировский – 5,4%, Московский – 3,2%, Советский – 4,3%, Авиастроительный – 1,1%. Сосредоточенность в центральном районе города обусловлена большим количеством исторических, культурных и спортивных достопримечательностей, транспортной инфраструктурой.

Большинство памятников истории и культуры и важных объектов туристической инфраструктуры расположены в центрах городов, поэтому для туристов важен целесообразный выбор места для временного проживания вблизи этих объектов. Системы временного размещения, такие как ГЭК^0, могут размещаться как на периферии города, так и в сложившейся городской застройке. Однако, интегрированные в окружающую среду города, имеющие тесные коммуникационные связи с транспортом, они остаются наиболее приоритетными вариантами временного жилья для туриста.

Размещение объекта ГЭК^0 возможно в нескольких вариантах. Первый – это организация небольших систем размещения на первых этажах жилых домов, что обязывает собственника к организации отдельного входа с улицы. Однако это возможно только для уже существующих объектов с подобной организацией входа. Согласно Федеральному закону от 15 апреля 2019 г. N 59-ФЗ «О внесении изменений в статью 17 Жилищного кодекса Российской Федерации»: жилое помещение в многоквартирном доме не может использоваться для предоставления гостиничных услуг.

Вторым вариантом является размещение на одном и более этажах нежилых общественных зданий. Третий вариант – размещение в отдельно стоящем здании.

Казанские объекты временного размещения по своему расположению относятся к первым двум вариантам. Однако первый вариант, а именно, расположение на первых этажах жилых домов в настоящее время практически невозможен, поскольку ужесточаются правила размещения хостелов в многоквартирных домах.

В этой связи, появляется перспектива развития третьего варианта (Рис.2). ГЭК^0 в отдельно стоящем здании или комплексе зданий повышает первоначальные экономические вложения, однако является перспективой для комплексного подхода к проектированию. В состав здания могут войти рестораны, кафе, магазины, коворкинг и др. Коворкинг может привлечь новый контингент постояльцев – внештатных сотрудников различных организаций, работающих на удаленной основе.

Рис. 2. Комплекс ГЭК^0. Пример организации внутреннего пространства в сотрудничестве с малым бизнесом (кафе, коворкинг) в отдельно стоящем здании. (авторская иллюстрация)
Fig. 2. ECH^0 complex. An example of the organization of indoor space in cooperation with small businesses (cafe, co-working) in one building. (author's illustration)

На сегодняшний день около 59% ГЭК^0 (данные получены на основе ручного подсчета, с использованием информации из открытых источников как поисково-информационные картографические службы Яндекса [6], 2GIS [7], системы интернет-бронирования отелей Tvil.ru [8],Booking.com [9]) расположены в общественных зданиях.

Вахитовский район Казани имеет наибольшее число таких объектов, поскольку большое число зданий в этой части города является нежилыми и размещение ГЭК^0 в центральной части города является наиболее экономически выгодным вариантом. 41% ГЭК^0 расположены в жилых зданиях. Нет ни одного хостела, расположенного в отдельно стоящем здании.

Количество номеров в каждом конкретном ГЭК^0 является важной составляющей в информации о самом заведении. Как правило, это указывает на размер хостела и его способность обеспечивать туристов во время больших городских мероприятий. Номерной фонд казанских хостелов варьируется в приделах от 10 до 130 спальных места. Самые маленькие ГЭК^0 предлагают минимальное количество услуг и только временное проживание: H&Co, Barbaris, Сова.

Из рассмотренных 22 объектах Казани: 9 (или 41%) расположены на первых этажах жилых зданий с отдельным входом (Лайк Хостел, Энергия, Ботаника и т. д.). Во многом такие объекты повторяют общие габариты среднестатистической квартиры. Этих площадей недостаточно для организации общественного пространства для постояльцев числом более 20 человек. Подобного рода заведения требуют большего количества дополнительных помещений (пространство для приготовления и приема пищи, расширенный санитарный узел, дополнительные пространства для хранения багажа и помещения для персонала). Такие объекты получают большое количество жалоб от собственников квартир в самом жилом здании и в настоящее время лишены перспективы развития в связи с выходом указа N 59-ФЗ «О внесении изменений в статью 17 Жилищного кодекса Российской Федерации».

13 хостелов (или 17,3%), располагаются в общественных объектах, построенных в XVIII - начале XX веков. Большинство этих объектов расположено в центре города (Привал, Навигатор, Народный дом, Кроличья нора, Green Point и т. д.). С точки зрения удобства расположения, данные хостелы наиболее привлекательны для туристов. Однако подобные объекты в Казани не всегда соответствуют требованиям к современному пространству хостелов и требуют глобальной перепланировки. В этом случае, следует обратить повышенное внимание к архитектурным особенностям исторических зданий. Такие объекты построены в XVIII, в XIX и в начале XX веках, и составляют большую часть застроенной среды в центральных районах.

На примере существующих хостелов в Будапеште [10], функционирующих в исторической застройке, мы можем рассмотреть удачные варианты планировочных решений, как перспективу развития для хостелов с подобными условиями в Казани.

Репрезентативность и элегантность — важнейшие принципы, сформировавшие пространственную организацию роскошных гражданских апартаментов в Будапеште 20 века. Высота потолков (3,5–4 м), свойственная историческим объектам, обеспечивает возможность к многочисленным трансформациям. Продольная организация пространств со стороны улицы функционально подходит для размещения комнат в коммунальном размещении, в то время как большая высота позволяет использование двухуровневых пространств и двухъярусных кроватей без тесноты. Расположение окон на фасаде – фактор, влияющий на расположение разделительных стен. Общественные и сервисные функции обязательно располагаются со стороны внутреннего двора, которому обычно не хватает естественного освещения. Учитывая такие особенности, историческая квартира в Будапеште демонстрирует высокую степень гибкости. (Рис. 3).

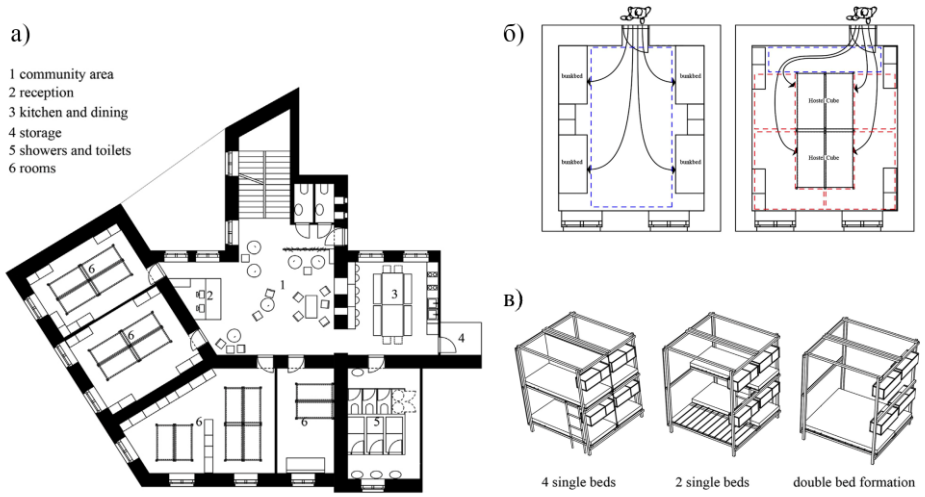


Рис. 3. Примеры перепланировки исторических объектов под современные ГЭК^0 в г. Будапешт ((а) схема внутренней организации пространства хостела, (б) пример организации внутреннего пространства спален, (в) примеры использования системы каркасных кроватей в интерьере) (Hory, G., et al., Exploration of spatial design issues at backpacker hostels in Budapest's historic center: Informality, density, and adaptability. Frontiers of Architectural Research (2017), http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2017.02.005)

Fig. 3. Examples of redevelopment of historical objects for modern GEC0 in Budapest ((a) scheme of the internal organization of the hostel space, (b) example of the organization of the internal space of the bedrooms, (c) examples of the use of the frame bed system in the interior)

Также в Казани 31,5% ГЭК^{0,} расположены в относительно современных общественных зданиях, построенных за последние 10-50 лет (Караван, Аврора, Ботаника, кремля).

Отдельно можно выделить ГЭК^0, которые расположены в жилых зданиях с нежилой функцией на первых этажах. Процент таких объектов составляет 28% (Заря, Онегин, 1001 ночь).

При изучении хостелов Казани, находящихся в общественных зданиях, необходимо отметить ряд недостатков относительно расположения входных групп на предмет доступности. Некоторое число заведений, расположенных в общественных зданиях центральной части города, своей входной группой выходят в труднодоступные внутренние дворы (Monte Carlo, Энергия, Агат). Это затрудняет их обнаружение для приезжих туристов, не знакомых с городом. Некоторые при своем удобном расположении со стороны оживленной улицы не имеют вывески (Весна, У Кремля, Saracen, Barbaris). Это также является важным вопросом с точки зрения доступности для маломобильных групп населения. К ним могут относиться люди преклонного возраста, имеющие протезы, частично или полностью лишенные зрения, с когнитивными расстройствами, страдающие от нарушений опорно-двигательного аппарата, которые используют при этом дополнительную опору: трость, костыли, ходунки, и люди лишенные подвижности, которые вынуждены передвигаться на инвалидных креслах с ручным приводом. Согласно действующим нормативным документам, все городские пространства, пути движения, входные зоны и общественные здания в местах получения услуги должны соответствовать требованиям доступности маломобильных групп населения [11].

С точки зрения организации внутреннего пространства казанские ГЭК^0, имеют структуру, близкую к организации жилого пространства квартир. Гостиница, будучи организацией, получающей доход от своей деятельности, с юридической точки зрения является общественным зданием. Но с точки зрения архитектурно-планировочной, психофизиологической, физической, художественной, функциональной процесс проживания в гостиничном номере ничем не отличается от процесса проживания в любых других объектах жилого фонда. Поэтому гостиницы экономического класса, лишенные части обслуживающих функций, во многом аналогичны жилым квартирам.

На основе проведенного исследования ГЭК^0 , представленных в таблице (см. табл.) можно отметить следующее:
- из 22 ГЭК^0, 70% имеют выгодное расположение и размещение в обычных номерах с односпальной и двуспальной кроватями. Три хостела имеют дополнительное капсульное размещение (Nice hostel, География, Caps Lock). Семейные номера предоставляют 9 хостелов (или 41%) (Nice hostel, KH Hostel, BackPack, Green Point, Кроличья Нора, Пушкин, Бумеранг, Кот на крыше, Свои люди);
- все хостелы предоставляют зону отдыха, кухню с возможностью приготовления еды, бесплатный wi-fi. Три хостела (Green Point, Кот на крыше, Свои люди) предоставляют спальни смешанного типа.

Общие исследования по хостелам Казани позволяют назвать следующие цифры:
- больше половины ГЭК^0 (67,5%) расположены в Вахитовском районе, а именно в центральной части города, на путях транспортной и туристической активности. Наименее активным участком города является северная часть города – Авиастроительный район;
- 59% ГЭК° расположены в зданиях общественного назначения, при этом занимая цокольный, первый, второй и/или третий этажи, в зависимости от размера заведения;
- отдельной категорией (ныне неперспективной) выделяются объекты, расположенные в зданиях жилого назначения. Как правило, такие хостелы находятся на первом этаже и имеют отдельный вход с улицы, который не препятствует движению жильцов.

С точки зрения габаритов хостелов, около 15% из них являются небольшими, с минимальным набором функций. (Весна, Дюжина, Barbaris);
- 75% объектов являются крупными системами размещения с множеством дополнительных платных и бесплатных услуг. (Capslock, Экспресс, Второй дом и т. д.)

С точки зрения типов систем размещения, 5,4% имеют капсульное размещение; 25% хостелов предоставляют возможность размещения в отдельной комнате со всеми удобствами; 37% заведений предоставляют отдельную категорию семейных номеров.

Выявлены факторы, способные влиять на восприятие постояльцев – гигиена, наличие инфраструктуры, дизайн, декор, архитектура объекта, игровая и развлекательная ценность досуга, роль интеграции, которые должны закладываться еще на этапе проектирования внешних и внутренних аспектов ГЭК^0 [12].

Таблица

«Казанский опыт проектирования хостелов» (авторский материал)

Наименование	Местонахождение	Номерной фонд	Тип размещения	Функциональное содержание	Фото фиксация экстерьера	Фото фиксация интерьера
1	2	3	4	5	6	7
Nice	Петербургская, 40Б	43 места				
KH Hostel	Астрономическая, 8/21	52 места				
Бутлеров	Бутлерова, 29	45 мест				
BackPack	Баумана, 74	25 мест				
Green Point	Профсоюзная, 23/12	40 мест				
Кроличья Нора	Щапова, 1	47 мест				
Пушкин	Пушкина, 1/55а	50 мест				

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Happy House	Островского, 39/6	28 мест				
Бумеранг	Некрасова, 13	30 мест				
География	Лево-Булачная 24	38 мест				
Кот на крыше	Худякова 7, лит 7	56 мест				
Свои люди	Лево-Булачная, 5	50 мест				
Близко	Карла Маркса, 42	35 мест				
В тапочках	Галактионова, 3б	21 место				
Monte Carlo	Профсоюзная, 17	80 мест				
Caps Lock	Короленко, 28	104 места				
Zam Zam	Сибгата Хакима, 23	47 мест				
Каникулы супер	пер. Односторонние Гривки, 10	25 мест				
Кукуруза	пер. Односторонние Гривки, 10	36 мест				
Лайк	Сулеймановой, 5	36 мест				
Ботаника	Баки Урманче, 1	22 мест				
Энергия	Кызыл Армейская, 27Б	50 мест				

Экспликация к таблице:

- Размещение на 2-х спальных кроватях
- Размещение на односпальных кроватях
- Размещение на односпальной кровати
- Размещение на 2-х ярусных кроватях
- Размещение в капсулах
- Семейные номера
- Размещение в смешанных номерах
- Выгодное местоположение
- Хранение багажа
- Санитарный узел в номере
- Бесплатная прачечная
- Бесплатный wi-fi
- Лаунж-зона или гостинная
- Общая кухня
- Завтраки
- Терраса
- Выгодная стоимость
- Продуманный интерьер
- Платная прачечная
- Парковка
- Возможность размещения с животными

С точки зрения интерьерного решения казанские ГЭК^0 во многом проигрывают своим столичным и международным представителям, где используется тематический дизайн, посвященный музыке, искусству, конкретным элементам, выполненных в

современном или винтажном стиле для целевой аудитории. Помимо непосредственной организации пространства место для общения, например кухни, гостиные, веранды, столичные хостелы предоставляют оборудованное рабочее место в качестве дополнительной услуги с почасовой оплатой. В некоторых случаях использование зоны коворкинга является неотъемлемой частью проживания и входит в ежемесячный платеж [13].

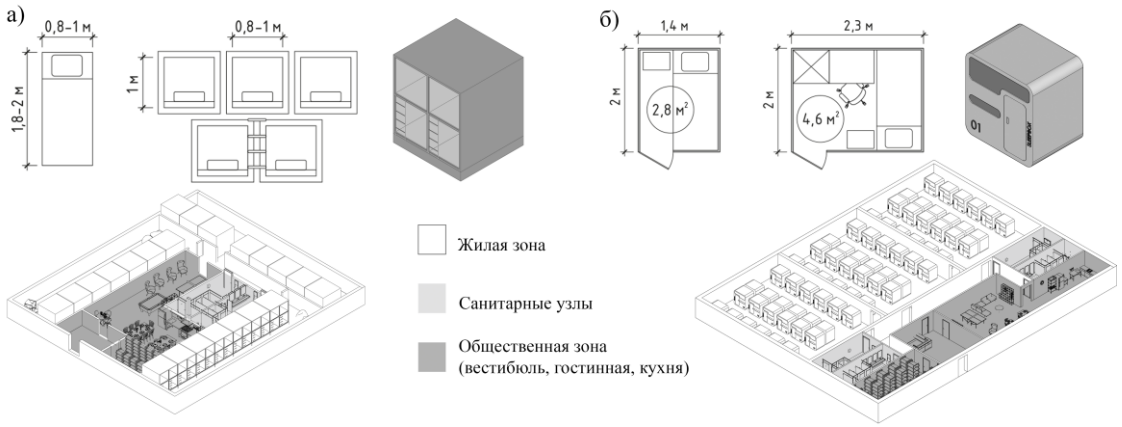


Рис. 4. Капсульный хостел (а) и бутик-отель (б), (авторская иллюстрация).
Fig. 4. Capsule hostel (a) and boutique hotel (b), (author's illustration).

Также отдельной характеристикой для сравнительного обсуждения выступает появление новых типов столичных хостелов. Появление капсульного типа размещения и бутик-отеля (Рис. 4). Каждый из этих видов становится популярной системой временного размещения в разных уголках мира.

Появление капсульного размещения связано с проблемой организации пространства для сна большого количества человек в общей спальне, которая сопряжена со значительными сложностями: шумами (разговоры, храп), неудобством, которое испытывает человек, проходящий к своей кровати. Советский архитектор К. Мельников в своей работе по организации капсул для сна, рассказывает о двух возможных путях устранения шумов. Первый – это путь изоляции, который стал популярен в Японии в дальнейшем как капсульные хостелы. Второй – приглушение неорганизованных шумов. Это отразилось на его проекте "СОНная СОНата"(1930 г.). В качестве решения он предложил помещение, спроектированное с учетом всех акустических правил для подавления и рассеивания шума [14].

Бутик-отели, представляют собой новый подход к размещению, появившийся в 1979 году и предлагающий двойные преимущества: экономии места и совместного использования ресурсов. В них есть несколько небольших комнат (капсул) размером с кровать, которые предлагают доступное и минимальное количество ночлегов по сравнению с обычными отелями. В последние годы многие страны мира, включая США, Великобританию, Сингапур, Южную Корею и Китай, внедрили данную типологию. Капсульные отели также запланированы для терминалов тайваньского международного аэропорта Таоюань [15].

Интерьеры номеров-капсул выдерживаются в мягких теплых светлых тонах, успокаивающих нервную систему человека, находящегося в тесном замкнутом пространстве. Европейцы оценили идею капсульных отелей в первую очередь как дизайнерскую, а уже потом как экономически целесообразную. Их аналоги «капсул» больше напоминают каюты круизных лайнеров или купе поездов и рассчитаны на потребителя, знакомого с современными средствами коммуникаций (сенсорные экраны, беспроводная связь, автоматизированные стойки для регистрации, оплаты и выписки и др.), что сводит необходимость контактов с обслуживающим персоналом к минимуму [16].

При организации интерьеров капсульных хостелов и бутик-отелей большинство недостатков можно сгладить за счет увеличения стартовых инвестиций в разработку.

Однако при слишком большом внимании к комфорту постояльца теряется положительный момент для размещения - низкая стоимость [17].

В Казани опыт проектирования капсульных отелей на стадии зарождения, но, несомненно, является перспективным в связи с увеличивающимся притоком молодежи и студенчества в столицу Татарстана.

4. Заключение.

В ходе исследования обозначены ключевые проблемы и перспективы развития казанских гостиниц экономического класса «0», связанные с различными аспектами временного размещения.

1. В ходе изучение мирового опыта проектирования гостиниц экономического класса «0» было выявлено отсутствие или малое распространение новых типов временного размещения в России.
2. Казанские ГЭК^0, в отличие от мировой практики, не имеют опыта проектирования отдельно стоящих объектов и комплексов ГЭК^0. В связи с отсутствием ГЭК^0 Казани в отдельно стоящих зданиях, не существует разработанных фасадных решений для данной типологии.
3. Отсутствие четких типологических границ для гостиниц экономического класса «0» (ГЭК^0) как сегмента гостиниц. Это ограничивает владельцев в возможностях для проектирования внутренних помещений и возможных вариантов расположения в сетке городского пространства.
4. Появившиеся новые виды временного размещения, такие как капсульные хостелы и бутик-отели, не смогли проникнуть в сферу казанского временного размещения. Капсульные хостелы, несмотря на свою популярность во всем мире и в России, в частности, в Казани, представлены в количестве 3 объектов.
5. Последние изменения в законодательстве (N 59-ФЗ «О внесении изменений в статью 17 Жилищного кодекса Российской Федерации») относительно расположения в жилых домах, открывают возможность к рассмотрению ГЭК^0 в самостоятельном здании и/или в сотрудничестве с различными предприятиями (ресторан, кофейня, коворкинг и др.).
6. Отсутствие четкой законодательной базы относительно проектирования гостиниц экономического класса «0». Изменившееся законодательство ставит ГЭК^0 на границу жилого и нежилого фонда. По всем признакам внутреннее пространство хостелов во многом напоминает квартиру, практически все процессы похожи на проживание в жилом помещении. Однако ГЭК^0 с точки зрения законодательства как объект, предлагающий определённый спектр услуг, являются частью нежилого фонда.

Список источников:

1. Клочко А. Р., Клочко А. К. Законодательное обеспечение внедрения гостиниц экономического класса "0" долговременного найма в структуру жилой застройки // AMIT. 2018. №1 (42). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zakonodatelnoe-obespechenie-vnedreniya-gostinits-ekonomicheskogo-klassa-0-dolgovremennogo-nayma-v-ctrukturu-zhiloy-zastroyki. [Klochko A. R., Klochko A. K. Legislative support for the introduction of economic class "0" hotels of long-term hiring in the structure of residential development // AMIT. 2018. №1 (42)]
2. Клочко А. Р., Клочко А. К. Поиски минимального жилого пространства // AMIT. 2018. №4 (45). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/poiski-minimalnogo-zhilogo-prostranstva. [Klochko A. R., Klochko A. K. The search for a minimal living space // AMIT. 2018. №4 (45).]
3. Клочко А.Р. Социально - экономические требования к функционально - планировочной и пространственной организации гостиниц экономического класса "0"/ А.Р. Клочко, А.К. Клочко, Л.А. Солодилова // Архитектура и современные информационные технологии. – 2014. – № AMIT 2(27) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2014/2kvart14/klochko/abstract.php [Klochko A.R. Socio-economic requirements for functional planning and spatial organization of economic class

"0" hotels / A.R. Klochko, A.K. Klochko, L.A. Solodilova // Architecture and modern information technology. - 2014. - № AMIT 2(27)]
4. Рубцов В. А., Биктимиров Н. М., Байбаков Э. И., Сидоров В. П. Хостелы города Казани: оценка современного состояния // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2019. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/hostely-goroda-kazani-otsenka-sovremennogo-sostoyaniya [Rubtsov V. A., Biktimirov N. M., Baibakov E. I., Sidorov V. P. Hostels of Kazan: assessment of the current state // Bulletin of Udmurt University. Biology. Earth Sciences". 2019. №1.]
5. Закирова Ю. А., Хуснутдинова С. Р., Дембич А. А. Полицентричность города Казань: возможности и ограничения развития административных районов // Географический вестник. 2018. №2 (45). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/politsentrichnost-goroda-kazan-vozmozhnosti-i-ogranicheniya-razvitiya-administrativnyh-rayonov. [Zakirova Y. A., Khusnutdinova S. R., Dembich A. A. Polycentricity of the city of Kazan: opportunities and limitations of the development of administrative districts // Geographical Bulletin. 2018. №2 (45).]
6. Поисково-информационные картографические службы Яндекса: https://yandex.ru/maps/43/kazan/?ll=49.106414%2C55.796129&utm_source=main_stripe_big&z=12 [Yandex search and information mapping services: https://yandex.ru/maps/43/kazan/?ll=49.106414%2C55.796129&utm_source=main_stripe_big&z=12]
7. Международная картографическая система 2GIS: https://2gis.ru/kazan [International mapping system 2GIS: https://2gis.ru/kazan]
8. Сайт Система поиска и бронирования жилья https://tvil.ru [Website Housing search and reservation system https://tvil.ru]
9. Система интернет-бронирования отелей https://www.booking.com [Online hotel reservation system https://www.booking.com]
10. Gergely Hory, Zoltán Major, Péter Müllner, Melinda Benko, Exploration of spatial design issues at backpacker hostels in Budapest′s historic center: 5Informality, density, and adaptability, Frontiers of Architectural Research, Volume 6, Issue 2, 2017, Pages 157-168, ISSN 2095-2635
11. Короткова С. Г. Проектирование универсальной среды с использованием специальных средств доступности для маломобильных людей // AMIT. 2020. №1 (50). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-universalnoy-sredy-s-ispolzovaniem-spetsialnyh-sredstv-dostupnosti-dlya-malomobilnyh-lyudey [Korotkova S. G. Designing the universal environment using special means of accessibility for people with low mobility // AMIT. 2020. №1 (50).]
12. Veríssimo, M. and Costa, C. (2019), "Unveiling the key features of a positive service experience at hostels", International Journal of Contemporary Hospitality Management, Vol. 31 No. 11, pp. 4276-4292. https://doi.org/10.1108/IJCHM-03-2018-0255
13. Borovskaya I., Dedova M. Creativity in hospitality industry: study of hostels in st. Petersburg, Philosophy, Communication 2014, Vol. 22, No. 2, 137–144. ISSN 2029-6320/eISSN 2029-6339, http://dx.doi.org/10.3846/cpc.2014.12
14. Коновалова Н. Минимальное пространство японских гостиниц // Архитектура, строительство, дизайн. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: htpp://archjournal.ru›rus/05 46 2007/ japanhotels.htm [Konovalova N. Minimal space in Japanese hotels // Architecture, Construction, Design.]
15. Huei-Ju Chen, Soke Wen Wong, Anil Bilgihan, Fevzi Okumus, Capsule hotels: Offering Experiential Value or perceived as risky by tourists? An optimum stimulation level model, International Journal of Hospitality Management, Volume 86, 2020, 102434, ISSN 0278-4319 https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.102434.
16. Клочко А.Р., Клочко А.К.. Минимизация пространства как современная тенденция в архитектуре гостиниц экономического класса / А.Р. Клочко, А.К. Клочко // AMIT 1(38) 2017 [Klochko A.R., Klochko A.K.. Minimization of space as a modern trend in the architecture of economy class hotels / A.R. Klochko, A.K. Klochko // AMIT 1(38) 2017.]
17. Шайхетдинова Л.А. Капсульные отели как развивающийся элемент гостиничной инфраструктуры // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. 2021. №1. URL:

https://cyberleninka.ru/article/n/kapsulnye-oteli-kak-razvivayuschiysya-element-gostinichnoy-infrastruktury.[Shaikhetdinova L.A. Capsule hotels as a developing element of the hotel infrastructure // Bulletin of the Association of Universities of Tourism and Service. 2021. №1.]

Информация об авторах

Киносьян Наталья Станиславовна, доцент, кандидат архитектуры, Казанский Государственный Архитектурно-Строительный Университет, г. Казань, Российская Федерация
Email: kinosa@mail.ru
Уразова Айгуль Раисовна, студент магистратуры, Казанский Государственный Архитектурно-Строительный Университет, г. Казань, Российская Федерация
Email: iujsrjtg@gmail.com

Information about authors

Natalia S.Kinosyan, associate professor, candidate of architecture, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: kinosa@mail.ru
Igul R. Urazova, student, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: iujsrjtg@gmail.com

УДК: 72.033
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_159
EDN: RQCSNM

Башня Сююмбике в контексте архитектурной типологии восточно-мусульманских и булгаро-татарских башен и башенных минаретов

Г. Н. Айдарова[1], В. Н. Куприянов [1], Илизар Т. Мирсаяпов [1]
[1] Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи.* Башня Сююмбике - памятник архитектуры всемирного значения, находящийся в составе ансамбля Казанского Кремля под охраной Юнеско, точной атрибуции не имеет. Существующая гипотетическая датировка охватывает первую половину XVI–первую треть XVIII веков Цель статьи – обоснование гипотезы о возможности возведения Башни Сююмбике в казанско-ханский строительный период как объекта гражданско-культового назначения в составе ханского дворцового комплекса. В задачи входит: выявление аналогов башенной архитектуры исламского средневековья, установление архитектурно-типологических характеристик Башни Сююмбике в сравнении с региональной и восточно-мусульманской гражданско-культовой башенной архитектурой, а также с региональными фортификационными и гражданскими башенными строениями; определение структурно-типологических, социально-функциональных характеристик Башни Сююмбике в контексте исламских региональных традиций.
Результаты. На основе анализа литературных, натурных и информационно-иллюстративных источников выявлены и классифицированы минареты башенного типа IX-XVI веков. На основе аналогов установлены типы и особенности башенных минаретов Биляра и Болгара (цилиндрично-ярусные), гипотетически определены на основе данных археологических и историко-архитектрных исследований типы башен: «Малый городок» в Болгарском городище (надвратно-ярусный тип); башни Казанского Кремля: Северная башня-призматическая структура; фортификационно-надвратная у Тезицкого рва, нефортификационно- надвратная у Ханского двора. На основе сравнительного анализа выявлены типологические характеристики Башни Сююмбике.
Выводы. По итогам сравнительно-типологического анализа гипотетически установлено, что Башня Сююмбике находится в контексте булгаро-татарских традиций башенной архитектуры, башенных минаретов, является закономерным этапом их развития. По сумме выявленных признаков гипотетически установлен тип Башни Сююмбике как надвратной башни гражданско-религиозного назначения, имеющей многоугольно-ярусную структуру; назначение соответствует функциям: дозорно-наблюдательная, (контроль окружающей территории), религиозная (минарет), управленческая, астрономическая. Значимость полученных результатов состоит в обосновании научной гипотезы о возможной принадлежности Башни Сююмбике к строительному периоду первой половине XVI века в составе комплекса Ханского дворца, а также о необходимости дальнейших исследований на основе новейших инструментальных методов.

Ключевые слова: типологические и классификационные особенности, типы восточно-мусульманских и булгаро-татарских башен и башенных минаретов, надвратный минарет.

Для цитирования: Айдарова Г. Н., Куприянов В. Н., Мирсаяпов Илизар Т. Башня Сююмбике в контексте архитектурной типологии восточно-мусульманских и булгаро-татарских башен и башенных минаретов //Известия КГАСУ. 2023. №1(63), с.159-174, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_159, EDN: RQCSNM

Syuyumbike Tower in the context of the architectural typology of Eastern Muslim and Bulgaro-Tatar towers and tower minarets

G. N. Aidarova[1], Kupriyanov V. N.[1], Mirsayapov Ilizar T.[1]
[1]Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Kazan, Russian Federation

Abstract: *Problem statement.* The Syuyumbike Tower is an architectural monument of world importance, which is a part of the Kazan Kremlin ensemble under the protection of UNESCO. It has no exact attribution. The existing hypothetical dating covers the first half of the 16th–first third of the 18th centuries. The purpose of the article is to substantiate the hypothesis about the possibility of creating the Syuyumbike Tower in the Kazan-Khan construction period as an object of civil and religious purposes as a part of the Khan's palace complex. The tasks include: identifying analogues of tower architecture of the Islamic Middle Ages, identifying the architectural and typological characteristics of the Syuyumbike Tower in comparison with regional and Eastern Muslim civil-cult tower architecture, as well as with regional fortification and civil tower structures; identification of structural-typological, socio-functional characteristics of Syuyumbike tower in the context of Islamic regional traditions.
Results. Based on the analysis of literary, natural and information-illustrative sources, tower-type minarets of the 9th-16th centuries were identified and classified. On the basis of analogues, the types and features of the tower minarets of Bilyar and Bolgar (cylindrical-tiered) are determined, the types of towers are hypothetically determined on the basis of archaeological and historical-architectural research data: “Small town” in the Bolgar settlement (over-gate-tiered type); towers of the Kazan Kremlin: North tower-prismatic structure; fortification-gate at the Tezitsky moat, non-fortification-gate at the Khan's court. On the basis of a comparative analysis, the typological characteristics of the Syuyumbike Tower were revealed.
Conclusions. Based on the results of a comparative typological analysis, it was hypothetically established that the Syuyumbike Tower is in the context of the Bulgaro-Tatar traditions of tower architecture, tower minarets, which is a natural stage in their development. According to the sum of the identified features, the type of the Syuyumbike Tower was hypothetically established as a gate tower for civil and religious purposes, which has a polygonal-tiered structure; the purpose corresponds to the functions: patrol and observation (control of the surrounding territory), religious (minaret), administrative, astronomical. The significance of the obtained results lies in the substantiation of the scientific hypothesis about the possible belonging of the Syuyumbike Tower to the construction period of the first half of the 16th century as part of the Khan's Palace complex, as well as the need for further research based on the latest instrumental methods.

Keywords: typological and classification features, types of Eastern Muslim and Bulgaro-Tatar towers and tower minarets, gate minaret.

For citation: Aidarova G. N., Kupriyanov V. N., Mirsayapov Ilizar T. Syuyumbike Tower in the context of the architectural typology of Eastern Muslim and Bulgaro-Tatar towers and tower minarets//News KSUAE. 2023. №1 (63), p. 159-174, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_159, EDN: RQCSNM

1. Введение

Казань - город с тысячелетней историей, в историческом центре которого возвышается древний Кремль, содержащий наземные и археологически выявленные объекты архитектурно-строительной деятельности разных исторических периодов: булгаро-татарское средневековье (X - первая половина XVIвека); период Московского государства - Казанский уезд (вторая половина XVI – XVIII вв.), период Российской империи – Казанская губерния (XVIII-начало XX вв.), Советский период (конец XX в) Постсоветский период (рубеж XX-XXI вв.). Среди объектов архитектурного наследия -

Башня Сююмбике, памятник архитектуры всемирного значения находящийся под охраной Юнеско, не имеющий атрибуции. Неизвестно, когда построена, кем построена, для какого назначения. Краснокирпичная семиярусная башня с проездной аркой в нижнем ярусе состоит из последовательно уменьшающихся геометрических фигур: четыре четверика и три восьмерика, изящная шатровая крыша завершает композицию, создавая резкий контраст с тяжеловесной кубической основой нижнего яруса. В толще южной и северной стен первых двух ярусов сделаны лестницы, ведущие наверх по часовой стрелке (южный пилон) и против часовой стрелки (северный пилон).

Рис. 1. Башня Сююмбике Казанского Кремля. Памятник архитектуры всемирного значения. Диапазон датировки: п. пол. XVI- рубеж XVII- XVIII вв.. Архитектурная структура состоит из трех четвериков, четырех восьмеников и шатровой крыши. Тип соответствует башенным многоугольно-ярусным надвратным минаретам.
https://u.9111s.ru/uploads/202011/19/37668519c094b17632450b4dbf65d223.jpg

До 1917 года на шпиле башни был российский герб, с 1917 до 1930-х — герб был заменен полумесяцем, в 1930-х полумесяц убрали, в настоящее время башня вновь увенчана символом ислама – полумесяцем и стойко связана в народной памяти казанских татар с религиозным символом ислама, ее изображения рядом с молитвами есть на татарских шамаилах. Исследование Башни Сююмбике имеет свою историю, литературную традицию и базу иконографических источников**.** Время ее строительства оценивается в пределах разных государственных объединений: XV- первая половина XVI вв. (Казанское ханство); вторая половина XVI в - XVII(Казанский уезд, Московское государство); первая треть XVIII вв. (Казанская губерния).

В досоветский период в научных и краеведческих исследованиях преобладала точка зрения о казанско-ханском происхождении башни как минарета стоявшей рядом мечети Нур-Али, известно, что такой же точки зрения придерживались татарские просветители Ш. Марджани и К. Насыри**.** Большое значение в трактовку архитектуры Башни Сююмбике внес И. Э. Грабарь, дав ей краткое определение как произведения русской архитектуры XVII века. Сравнивая ее с Боровицкой башней Московского Кремля отметил, что она хотя и «значительно строже в своем уборе», но все же в отличие от Боровицкой башни «удалилась от крепостного типа» [1].

Происхождению башни Сююмбике в разное время уделяли внимание в своих работах исследователи, относившие время ее строительства к российскому периоду - XУ11 и первой трети XУ111 вв.: С.С. Айдаров [2], Н.Х. Халитов [3], И.Н.. Агишева [4], С. П. Саначин [5] и др. К периоду Казанского ханства относят Башню Сююмбике такие исследователи как: В.В. Егерев [6], Р.Г. Фахрутдинов [7], Г. Н. Айдарова-Волкова [8], Г. Н. Мухамедшин [9], Ф.В. Салихова [10].

Согласно татарским преданиям, Башня Сююмбике является минаретом ханской мечети. В энциклопедическом словаре Эфрона и Брокгауза (1894) башня Сююмбике названа единственным сохранившимся монументальным памятником татарского царства.

Для проверки этой гипотезы необходимо обратиться к типологическому анализу минаретов с целью выявления общих признаков с Башней Сююмбике.

К исследованию типологических характеристик минаретов обращались такие авторы как Огюст Шуази, представивший краткую классификацию башенных минаретов трех типов [11], Фредерик Старр рассмотревший социально-функциональные и стилевые очобенности минаретов [12]; Айсан Даруди уделиля внимание особенностям иранских минаретов с точки зрения проявления в них суннизма и шиизма [13],

В работе Масиель Санчес Л.К. исследована связи архитектуры Мечетей Алжира и Марокко, отмечена политическая значимость их сохранения [14].

В исследованиях Е. И. Кононенко изучены историко-теоретические аспекты образных характеристик турецких мечетей с точки зрения интерпретации [15-17].

Представляется странным, что, перекопав весь Кремль, археологи ищут остатки ханской Казани в виде следов от фундаментов, сломанных кирпичей и черепков, тогда как стоит башня Сююмбике не датированная, не атрибутированная, не имеющая ответов на три вопроса: когда построена? кем построена? для какого назначения? Поиски ханской Казани следовало бы начинать с ревизии самых старых зданий Казани, выявления и исследования в их конструкциях возможных строительных наслоений более ранних строительных периодов. Так как это делается в мировой практике. Неверность подходов искажает парадигму научного знания. Отсюда - последующие ошибки и белые пятна в исследовании архитектуры ханской Казани. В этом отношении представляет интерес иследования

Распространенной версией считается предположение о том, что Башня Сююмбике построена в первой трети XVIII века как торжественный въезд во двор оберкомендантского дома, образованного в бывшем ханском дворе отчасти на месте ханского дворца после учреждения в 1708 году Казанской губернии. Относительно этой версии есть более десятка вопросов, на которые нет ответов. В частности, почему нет письменных сведений о строительстве столь уникального по исполнению дорогостоящего объекта, для коменданта Казанской крепости, тогда как в комендантский двор Адмиралтейской крепости Санкт- Петербурга простые ворота? И это в то время, когда был запрет с 1714 года на повсеместное каменное строительство в связи со строительством новой столицы.

Новейшие исследования иконографического источника «Панорамное изображение города Казани голландским мастером Корнелисом де Брейном в начале XVIII века» было проведено на основе применения современного программного обеспечения для анализа микроскопических изображений. В результате чего было установлено, что на панораме Казани 1703 года изображена башня Сююмбике, что она сооружена как минимум на 5 лет раньше образования Казанской губернии, когда не могло еще быть губернской комендатуры в Казанском кремле [18].

В связи с этим более актуальным является вопрос о датировке башни Сююмбике в пределах XVI-XVII веков. При этом необходимо иметь в виду, что проблематично допускать строительство Башни Сююмбике в XVII веке как более поздний аналог Боровицкой башни Московского Кремля, так как известно, что до конца 1680-х годов она представляла собой еще не надстроенный верхними ярусами четверик под деревянной крышей. Высота башни 58 метров, она выше Боровицкой башни Московского Кремля на 8 метров, что вряд ли было бы возможно в условиях того времени.

На фоне растущего интереса к архитектуре периода булгаро-татарского средневековья практически не появились пока работы по сравнительно-типологическому анализу в контексте классификационных архитектурно-типологических характеристик. При этом появляются работы, свидетельствующие о том, что значительная часть общественности и исследователей остаются в плену старой парадигмы, введены в заблуждение некоторыми работами, в которых сделаны поспешные недостаточно обоснованные утверждения о происхождении Башни Сююмбике в первой трети XVIII в. [19].

Объектом настоящего исследования является Башня Сююмбике Казанского кремля. Предмет исследования - типологическая принадлежность башни Сююмбике в контексте региональных и общемусульманских традиций башенной архитектуры.

Цель настоящей статьи – обоснование научной гипотезы о возможной принадлежности Башни Сююмбике к типу башенных гражданско-культовых сооружений казанско-ханского периода, как надвратной башни в составе комплекса ханского дворца. В задачи входит: выявление аналогов башенной архитектуры исламского средневековья, выявление архитектурно-типологических характеристик Башни Сююмбике в сравнении с региональной и восточно-мусульманской гражданско-культовой башенной архитектурой, а также с региональными фортификационными и гражданскими башенными строениями; выявление структурно-типологических, социально-функциональных характеристик Башни Сююмбике в контексте исламских региональных традиций. В задачи входит: выявление аналогов башенной архитектуры исламского средневековья, выявление архитектурно-типологических характеристик Башни Сююмбике в сравнении с региональной и восточно-мусульманской гражданско-культовой башенной архитектурой, а также с региональными фортификационными и гражданскими башенными строениями; выявление структурно-типологических, социально-функциональных характеристик Башни Сююмбике в контексте исламских региональных традиций.

Новизна исследования заключается в том, что впервые выявлены классификационные особенности башни Сююмбике, типологически объединяющие ее с башнями и башенными минаретами булгаро-татарского и восточно-мусульманского средневековья. Вводятся в научный оборот новые материалы исследования.

2. Материалы и методы

Материалами исследования послужил анализ литературных и фотографических источников по историко-архитектурным и археологическим исследованиям, а также авторские натурные исследования**.** Выявление объектов башенной архитектуры восточно-мусульманского и булгаро-татарского средневековья выполнено методом выборки и систематизации их из опубликованных оцифрованных источников, находящихся в свободном доступе. Выявление архитектурно - типологических характеристик башни Сююмбике, а также Большого и Малого минаретов Болгарского городища выполнено методами натурного, объемно-планировочного, структурного анализа. Сопоставление с объектами башенной архитектуры Биляра, Булгара, Казани, городов мусульманского Востока выполнено методами историко-архитектурного и сравнительно-типологического анализа.

Под типологией имеется в виду научный метод, в основе которого предполагается группировка архитектурных объектов по сумме признаков: формообразование, объемно-пространственная структура, назначение.

3. Результаты и обсуждение

Для выявления типологической принадлежности Башни Сююмбике необходимо рассмотреть исследования по архитектуре ближневосточных и центральноазиатских минаретов. Первым исследователем типологических признаков минаретов мусульманских мечетей с использованием термина «башенный минарет» был известный историк архитектуры Огюст Шуази. Как самые ранние он выделяет минареты-башни квадратные в плане, характерные для эпохи Омейядов и (минарет Кутубиа, Маракеш, 12 в.. медресе Аль - Карун, Тунис, 9 в..) и минареты с наружной спиральной лестницей, (минарет Ибн - Тулуна, Каир, 1Хв., минарет Малвия Великой мечети в Самарре, IX в.). Отдельно Шуази называет минареты Египта с граненой многоугольной формой ствола с планом, изменяющимся на каждом этаже и с многочисленными балконами. Такие минареты характерны и для Аравийского полуострова - Мекки и Медины. Ствол минарета состоит из ярусной структуры из четвериков и восьмериков (Минарет Мечети Аль-Хаким, X в., минарет мечети султана Хасана, Х1У в., усыпальница Каит- Бея, Каир, ХУ в.). Особенностями данного типа минаретов является их структура из сопряжения прямоугольно—квадратных, восьмиугольных и цилиндричных ярусов. По его мнению,

использование восьмигранников, поставленных на квадрат, заимствовано от Александрийского маяка. К более позднему периоду исламского средневековья, к XIV веку О. Шуази относит появление круглоствольных минаретов, свойственных для Ирана эпохи Аббасидов [20]. В качестве уточнения следует отметить и более ранние примеры круглостволиных, минаретов цилиндричной формы, такие как минареты Ирака (Золотая мечеть, 762 г. Багдад, Ирак, мечеть Аль-Хайдер хана, VIII- XIII вв.). К типам цилиндричных минаретов следует отнести минареты Волжской Булгарии (Биляр, минарет соборной мечети, X в.) и Золотоордынской Булгарии Булгара (Болгар минарет соборной мечети, XIII-XIVвв.).

В отличие от О. Шуази, Фридерик Старр считает многогранные минареты более древними по происхождению, эволюционно восходящими к зиккуратам Вавилона. Происхождение минаретов, имеющих вид колонны он связывает с каменными мемориальными столбами, или с балбалами, которые сооружали древние тюрки на могилах своих вождей, или с иранскими башнями, на которых зороастрийцы помещали своих покойников, или с индийскими колоссальными колоннами, украшенными декором (стамбха). Возникновение башенных минаретов он связывает с деятельностью таких династий как Омейяды и Аббасиды. [21].

Следует согласиться с Фридериком Старром в отношении раннего происхождение башенных минаретов с многоугольными ярусами, восходящими к североафриканским многоярусным минаретам призматической формы (Мечеть Укба в Кайруане, Тунис, VII в.) и ярусным минаретам смешанных структурных элементов, совмещающих кубические, восьмиугольные и цилиндричные формы (минарет мечети Аль Хакима X-XI вв. Каир). Почти все минареты являются башенными по форме, т.е. их высота в несколько раз превосходит по размерам их поперечное сечение. Уточненная нами классификация башенных минаретов показывает, что их можно подразделить на шесть основных типов:

а) б)

Рис. 2.
а)Минарет Великой мечети Сиди-Укба в Кайруане, Тунис, 836. Тип башенного многоугольно-ярусного минарета. Архитектурная структура состоит из трех четвериков и полусферического купола
https://vsegda-pomnim.com/uploads/posts/2022-01/1643137375_3-vsegda-pomnim-com-p-minaret-mecheti-v-kairuane-foto-3.jpg
б) Минарет Кордовской мечети - Мескита, У111-Х111вв. Памятник эпохи Омейядов, После испанской Реконкисты была преобразована в церковь. Архитектурная структура состоит из четвериков и восьмерика с куполом. Тип башенного многоугольно-ярусного надвратного минарета. https://otvet.imgsmail.ru/download/u_a0d9388d6391a5d922a69652e4536e3b.jpg

1. Башенные минареты спиралевидной структуры с наружной лестницей вокруг ствола минарета (минарет мечети Ибн Тулуна, Каир, 1X в., минарет Малвия Великой мечети в Самарре, Ирак, 1X в.).

2. Башенные минареты призматической структуры (Минарет медресе Аль Караун, 1Х в., Тунис. Башня Хиральда, Севилья, Х11в., минарет Аль-Фахарийя на Храмовой горе, Иерусалим, Х111в.).
3. Башенные минареты призматически –ярусной структуры (минарет мечети Сиди Укба в Кайруане Тунис 1Х в. (Рис.2); минарет Кутубия в Маракеше Х11 в.)
4. Башенные минареты цилиндричной формы (минарет мечети Калян, Бухара, 1Х в. Золотая мечеть, Багдад, 1Х в.Ирак) и цилиндрнично-ярусной структуры (минарет мечети Хайдар-хана в Багдаде, Х11 в;
5. Башенные минареты многоугольно-ярусной структуры, состоящие из прямоугольных, восьмиугольных, двеннадцатиугольных ярусов (минарет мечети Аль-Хаким, Х-Х1 вв., Каир; Старый минарет Святой мечети Пророка в Медине, ХУв.; Минарет Кайтбея мечети Омейядов в Дамаске, ХУв.
6. Башенные надвратные минареты с проездной аркой (минарет ворот Баб-Шарки в Дамаске, Х11 в.(Рис.3а), минареты ворот Баб-Зувейла в Каире (Рис.3б), 1Х век:минарет мечети Ибн-Тулуна, Каир, 1Хв.; минарет Кордовской мечети-Мескита, V111-Х111вв.

Важной особенностью эволюции минаретов является эволюция от спиральной формы с наружной лестницей к цилиндричной и многоугольно-ярусной форме ствола с внутриствольными и наружными лестницами.

Для всех типов кроме цилиндричных характерны наземные башенные минареты с проездной аркой, начиная с 10 века (Дамаск минарет на воротах Баб-Шарки, 10 в., Дамаск)– прямоугольно призматическая структура. Общим правилом для устройства лестниц внутри ствола минарета является ее направление против часовой стрелки, аналогично направлению обхода вокруг Каабы (таваф) (минарет мечети в Самарре, 1Х в. минарет мечети Ибн Тулуна в Каире, 1Х в, минарет мечети Калян, Бухара, 1130 г.).. Надвратные башенные минареты могут быть призматически-ярусными, многоугольно-ярусными.

а) б)

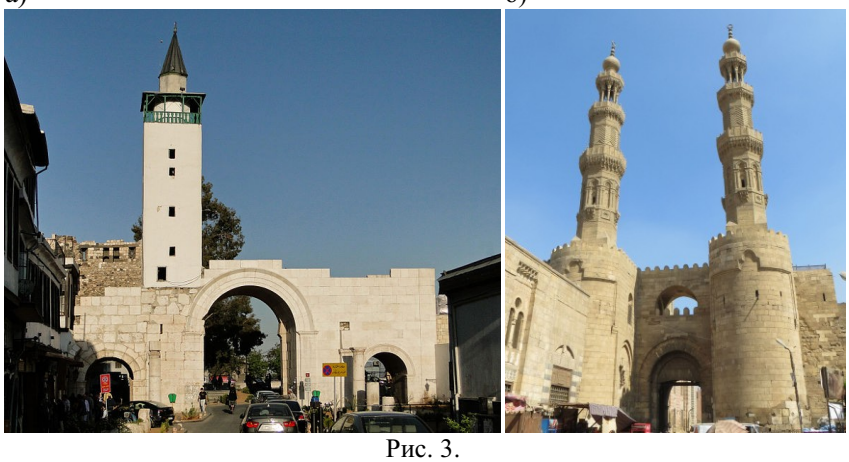


Рис. 3.

а) Минарет Баб-Шарки на воротах Солнца, Дамаск, VII –XI вв. Архитектурная структура состоит из четверика, двух восьмериков и шатра. Тип башенного многоугольно-ярусного надвратного минарета.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Bab_Sharqi%2C_Damascus.jpg
б) Надвратные многоугольно-башенные минареты Баб Зувейла, «Западные ворота», Каир, XI-XII вв. Тип надвратных многоугольно-ярусных минаретов
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons
/thumb/f/f9/Bab_Zuwayla_Cairo_12_0864.jpg/1280px-Bab_Zuwayla_Cairo_12_0864.jpg

Для выяснения типологической принадлежности башни Сююмбике обратимся к анализу опыта башенного строительства в периоды Волжской и Золотоордынской Булгарии и Казанского ханства (Х - первая половина XVI вв.). Булгарские минареты имеют сходство с цилиндричными минаретами сельджуков (минарет Калян в Бухаре,1127г.). Причины этого сходства следует искать во влиянии Багдадского халифата

в эпоху Волжской Булгарии и государств Центральной Азии в эпоху Золотоордынской Булгарии.

Известно, что сведения о существовании отдельно стоящих башенных минаретов в архитектуре Волжской Булгарии (922-1236гг) оставил в своих записях капитан Н.Рычков(1769). В его записях говорится о городе Биляре, первой столице Волжской Булгарии, где «… между различными разрушенными зданиями находится еще и доныне преогромный каменный столп, построенный посреди сего замка из красного кирпича, смешанного с диким камнем…вышиною от пяти аршин с четвертью, толщиною семи, а кругом его двадцать четыре аршина. По сторонам его видно множество развалившихся каменных зданий, где находятся гончарной работы изразцы, виду синего и и зеленого, и ржавое железо» [22]. Слово «столп» принято понимать как круглоствольная башня. размеры прямоугольного котлована отдельно стоящего, изолированного от здания мечети минарета равные 8,6х7 (м), не известны общие высота минарета и его архитектурное завершение. Согласно археологическим данным из красного кирпича было построено множество других зданий в Биляре, в частности, караван-сарай, двухэтажное здание дом с подпольной системой отопления археологически выявленные образцы красного билярского кирпича квадратной формы с размерами 26х26х5 см, хранятся в билярском музее.

Сохранившийся до, но наших дней Малый минарет (Рис.4) в заповеднике «Болгарское городище» представляет собой отдельностоящий башенный минарет высотой 16 метров, 40 ступеней против часовой стрелки. Другой минарет известный в Булгарсой столицы 13-14 вв как Большой минарет джума-мечети был высотой 24 м, имел 72 ступени против часовой стрелки, а основание квадратной формы было размером 5х5 м.

Оба минарета следует отнести к цилиндрично-ярусной структуре. Основание большого минарета куб со скошенными углами, переходящий в восьмерик, который переходит в цилиндрический ствол наверху переходящий в малый цилиндр с конусной крышей. Малый минарет устроен по такому же принципу – в основании куб со скошенными углами, переходящий в низкий восьмерик, затем в цилиндр с обходной площадкой вокруг малого цилиндра, крытого конусом. Малый и Большой минареты Болгарского городища следует отнести к пункту №4 предложенной выше классификации – башенные минареты цилиндрично-ярусного типа.

а) б)

Рис. 4.

а) Малый минарет в Великом Болгаре. Архитектурная структура состоит из четверика, переходящего в восьмерик, затем в цилиндр и малый цилиндр с конусной крышей. Тип башенного цилиндрично-ярусного минарета, XIII-XIV вв. Республика Татарстан. https://susanintop.com/wp-content/uploads/2019/01/%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%B9%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%82.jpg

б) Восточный мавзолей в Великом Болгаре. Архитектурная структура состоит из четверика, восьмерика и шатровой крыши. Тип многоугольно-ярусного культового здания, XIII-XIV вв., Республика Татарстан. https://sun9-6.userapi.com/c857736/v857736773/56191/W0S0Z0NZzek.jpg

Наряду с цилиндрично-башенными типами минаретов в городе Булгаре в Золотоордынской период получили распространения многоярусные, многоугольные

объемно-планировочные структуры типа восьмерик на четверике. Из них сохранились три памятника архитектуры XIV века: Восточный мавзолей (Рис.4а)–двухъярусный с восьмигранной шатровой крышей и «Черная палата» - трехъярусная с куполом полусферической формы (Рис.5).

Рис. 5.

Черная палата в Великом Болгаре. Архитектурная структура состоит из двухъярусного четверика, восьмерика и полусферического купола. Многоугольно-ярусный тип общественного здания, X111-X1Увв., Республика Татарстан https://tripguide.ru/img/8359/TripGuide.ru_63122big.jpg

Кроме отдельностоящих башенных минаретов Болгара, известных по иконографическим источникам и сохранившимся объектам, в Казанском кремле археологически выявлены подземные остатки трех белокаменных башен разных периодов. Одна из них фортификационная, находившаяся на северном прясле белокаменных стен Казанского кремля, представляет собой руинированные подземные остатки, относящиеся к казанско-ханскому периоду (первая половина XVI в.). В реставрированном виде нижняя часть имеет прямоугольное основание, выложенное из крупных хорошо пригнанных белокаменных блоков без применения раствора. Устройство фундамента содержит традиционные для булгарской архитектуры конструкции в виде дубовых свай-коротышей [23].

Подземные остатки от двух других белокаменных башен Казанского кремля относят к более раннему периоду. Археологическими исследованиями А.Х. Халикова и А. Г. Ситдикова в северной оконечности Кремля выявлены остатки фортификаций, состоящих из рва, вала, белокаменных стен, предмостных укреплений, а также проездной башни с мощеным проездом шириной около пяти метров, проходящим между белокаменными пилонами, что сопоставимо с шириной проезда в арке Башни Сююмбике (6,90м.) Длина сохранившегося западного пилона составляет 10 м., ширина указывается разная в разных источниках (от 40см. до 4,0 м.). Время функционирования археологически определяется периодом доордынской Волжской Булгарии (конецXII-первая половина XIIIвв). Отмечаются: округлой формы контрфорс на западном пилоне, регулярная белокаменная кладка, сохранившаяся на высоту 40 см., известково-глинистый раствор, деревянные горизонтальные лаги для укрепления кладки стен, остатки от деревянных столбовых свай. [24]. В конструктивном отношении остатки от мощных пилонов прямоугольной формы и контрфорса, а также мостовые конструкции, которые опирались на пилоны, а также возникающий вследствие этого распор, свидетельствуют в пользу значительной высоты сооружения и необходимости уменьшения нагрузки по мере ее распределения по высоты, что, как правило, может означать не менее двух ярусов. Остатки пилонов другой проездной белокаменной башни были археологически выявлены А.Х. Халиковым в 1978 году с северо-восточной стороны Башни Сююмбике; они также относятся к слою доордынского периода. Отмечается, что сохранившиеся остатки от мощного фундамента слегка уходят под северный пилон башни Сююмбике. Пилоны прямоугольной формы имели размеры 3,5 х 4,3м., отстояли один от другого на 350 см. Это на 1,5 метра меньше чем ширина проезда в предыдущей белокаменной башне, что может означать ее нефортификационное назначение. Древний уровень фундамента

лежит в пятом слое, глубина фундамента 130 см., как и в предыдущих башнях для укрепления грунта использованы сваи-коротыши. Назначение башни трактуется как проездная башня, стоявшая на рубеже XII-XIII веков вблизи и частично на месте северо-восточного угла Башни Сююмбике. Размеры пилонов башни свидетельствуют о ее значительной высоте, и, вероятно, были рассчитаны на большую нагрузку от верхних ярусов, которые согласно конструктивной логике могли быть многоугольными по форме. По мнению А.Х. Халикова башня выполняла аналогичную функцию проездной башни в дворцовый комплекс с внутренним двором и могла быть высотой не менее 25 метров. Башня, возведенная в конце XII века, существовала до начала Ханского периода, горизонт ее разрушения перекрыт слоем другого строительного периода, относящегося к XV веку. [25],

Археологическими исследованиями последних лет выявлены с северо-восточной стороны от Башни Сююмбике подземные остатки предполагаемой «ханской мечети», состоящей из двух частей, относящихся к разным строительным периодам- белокаменной (14х14 м) и пристроенной к ней краснокирпичной (9х9м.). Первая –белокаменная относится к ранним векам ханского периода (XV век) и, предположительно, частично уходит одним углом под северо-восточный угол Башни Сююмбике. Вторая, краснокирпичная часть, примыкающая с севера к белокаменной части «ханской мечети», относится к более поздним векам ханского периода (первая половина XVI века) [26]. При этом она не могла бы помешать строительству Башни Сююмбике в 1530-х годах в период наивысшего расцвета культуры Казанского ханства, эпоху национального возрождения при династии Гиреев [27].

В качестве обоснования традиций строительства надвратных башен могут служить остатки еще одной проездной башни, археологически выявлены Л. А. Беляевым в 1981-1984 гг. на южной оконечности городища Великого Болгара. Комплекс так называемого «Малого городка» имел две линии укреплений: внешняя образованная валом и рвом, примыкала к южной стене Болгарского городища, внутри нее был еще один вал. Подобная система фортификаций была характерна для Волга – Камья [28]. С северо-западной стороны вала выявлены белокаменные пилоны от проездной башни, напротив которой на юго-восточной стороне вала раскопаны остатки белокаменного здания; в центре укрепления находилось небольшое строение с бассейном, предназначенное, как полагают, для омовений. Время существования комплекса относят к середине XIV века.

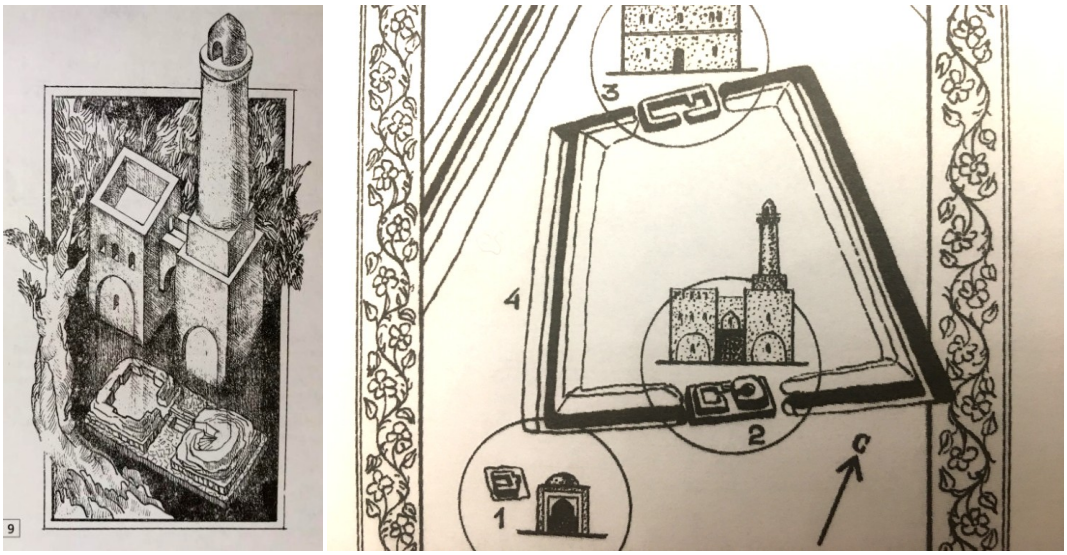


Рис.6.
Башенный минарет на въезде в Малый городок, Великий Болгар, XIV в. Графическая реконструкция Л.А.Беляева по итогам археологических исследований [31]. Архитектурная структура минарета состоит из четвериков, цилиндра и купола. Цилиндрично-ярусный тип башенного надвратного минарета.

Остатки монументальных пилонов имеют подпрямоугольные формы размерами приблизительно равными 800 х 900 (см), то есть значительно большими, чем пилоны

предыдущих проездных башен доордынского периода. Внутри западного пилона обнаружена винтовая лестница, закрученная против часовой стрелки. Назначение проездной башни трактуется исследователями двояко: 1) въезд в комплекс караван-сарая с белокаменной надвратной башней [29]. 2) надвратный минарет цилиндричной формы на въезде в загородную резиденцию правителя [30]. С учетом размеров пилонов, намного превосходящих размеры пилонов предыдущих башен следует допускать значительную высоту проездной башни. Предложенный Л.А. Беляевым вариант реконструкции проездной башни в виде минарета цилиндричной формы на одном из двух пилонов [31](Рис.9) противоречит конструктивной логике. Нагрузка требует равномерного опирания на фундамент здания. Вследствие этого следует предположить возможность опирания верхних ярусов равномерно на оба пилона, а, следовательно, и возможность многоярусной структуры белокаменной надвратной башни. Вариант графической реконструкции въезда в Малый городоок в виде двухбашенной проездной арки был предложен С.С. Айдаровым [32].

В периоды Волжской Булгарии, Золотоордынской Булгарии существовал опыт строительства белокаменных башен различных типов и назначения: отдельностоящие башенные минареты (цилиндрично-ярусные), надвратные ступенчато-ярусные; по назначению: фортификационные, гражданские, предположительно культовые (минареты). Традиции башенной архитектуры были известны с периода Волжской Булгарии, (X-XIIIвв.), продолжались в период золотоордынской Булгарии (XIII-XIVвв.), Казанского ханства (XV-XVIвв.). Опыт кирпичного строительства башен (минарет в Биляре) известен с X века, опыт строительства проездных башен известен в Казани с XII века. Опыт ступенчато-ярусных конструкций из сопряжения четвериков и восьмериков, шатров известен с XIV века (г. Болгар: Черная палата, Восточный мавзолей, Северный мавзолей). В Казани аналогами могут служить: проездная башня в резиденцию правителя, XIIIв, проездная башня (предположительно минарет) Малого городка в Болгарском городище, XIV в. Архитектурная структура башни Сююмбике не противоречит традициям булгаро - татарской башенной архитектуры, ступенчато-ярусным строениям Булгара и Казани.

В X-XIV вв. Волжской Булгарии и Золотоордынской Булгарии цилиндрично-ярусные минареты строились из белого камня - известняка. Особенностью булгарских минаретов является их ярусная структура, состоящая из куба в основании и цилиндров разного сечения. В XV- первой половине XVI вв. несомненно были хорошо известны и апробированные ранее технологии кирпично-каменного строения. Строительство фортификационных и культовых зданий (церквей) в непосредственной близости от Ханской Казани – Москва, Нижний Новгород, Коломна, а также зарубежные связи Казанского ханства с Польско-литовским княжеством, Крымским и Астраханскими ханствами способствовали дальнейшему развитию строительных технологий.

По сравнению с цилиндрично - башенными минаретами Биляра и Булгара X-XIV вв минареты Казани должны были испытывать влияния Мамлюкского Каира, а затем османского халифата при Селиме I. Ближайшими аналогами Башни Сююмбике являются минареты Каирских и Османских мечетей с многоугольно-ярусными минаретами, в формах которых проявились сельджукские традиции, через связи с Османским халифатом транслировались традиции кирпичных технологий Византии. Аналогами надвратных типов минаретов можно считать минареты Каира, Сирии, Тунис, Испании.

Архитектурная структура. Башни Сююмбике состоит из семи различных по размеру пирамидально возвышающихся последовательно убывающих четвериков и восьмериков, образующих многоярусную структуру башенного типа: три четверика, три восьмерика, один из которых представляет собой высокий сужающийся вверх восьмигранник, на который опирается изящный восьмерик, увенчанный шпилеобразной шатровой крышей. С северной и южной сторон сделаны входы, которые ведут на внутристенные лестницы, с которых есть выходы на обходные террасы трех нижних ярусов. Одна из двух лестниц башни Сююмбике расположена по часовой стрелке и доходит только до третьего яруса, другая - против часовой стрелки - ведет до самого верхнего восьмерика, седьмого яруса. Лестницы, закрученные против часовой стрелки

характерны для минаретов раннего и зрелого средневековья (минарет в Самарре, IX в.), а также в Малом минарете в Булгаре (XIVв), в минарете Касимовской мечети (XV в), а также в руинированной надвратной башне в Малом городке (Булгар, XIV в), С северной стороны стена Башни Сююмбике укреплена контрфорсом. Аналогия прослеживается с башней Казанской цитадели (Ситдиков,2000), где выявлен контрфорс округлой формы, примыкавший к стене западного пилона. В башне Сююмбике отсутствует иконная ниша, обязательная принадлежность в русской архитектуре в арочных проездах, начиная со второй половины ХУ1 века и никогда не было надвратной церкви.

Башню Сююмбике можно сопоставить с пунктами №5 и №6 предложенной выше классификации башенных минаретов. Башня Сююмбике имеет общие признаки с башенными многоугольно-ярусными минаретами и надвратными башенными минаретами Каира, (Египет), Дамаска (Сирия), Кайруана (Тунис). Многоугольно-ярусные минареты, как и Башня Сююмбике состоят из четвериков, восьмериков, иногда - цилиндров. С минаретами Башню Сююмбике сближает верхний восьмерик (фонарь) с узкими арочными проемами, обходные террасы, с частично открытыми наружными лестницами, расположение их против часовой стрелки в северном пилоне.

Достоверно пока не известно, были ли в период Казанского ханства минареты многоугольно-ярусного типа, так как они могли не сохраниться, как не сохранились и минареты цилиндричной формы ханской Казани, которые, несомненно, были, на что указывает последующее развитие архитектурной структуры минаретов в XVIII и XIX веках, устойчивость этой традиции в цилиндрично-ярусных минаретах (мечеть Иске-Таш, Сенная мечеть. Традиции многоугольно-ярусных минаретов проявились в минаретах Казаковской, Бурнаевской, Розовая мечеть у татарского кладбища.

5. Заключение

1. На основе анализа литературных, натурных и информационно-иллюстративных источников выявлены и классифицированы минареты башенного типа IX-XVI веков, характерные для ближне-восточных и центрально-азиатских традиций; установлено шесть типологических разновидностей минаретов, среди которых как ближайшие аналоги выделены многоугольно-ярусный тип минарета и надвратно-ярусный тип с проездной аркой.

2 Определены средневековые типы башенных минаретов Биляра и Болгара (цилиндрично-ярусный, надвратно-ярусный); башен Казанского Кремля: призматическая, фортификационно-надвратная, нефортификационно-надвратная.

3. Определены структурно-типологические, социально-функциональные характеристики Башни Сююмбике в контексте исламских региональных традиций. Установлено, что Башня Сююмбике имеет типологическое сходство с надвратными многоугольно-ярусными минаретами Египта, Туниса, Алжира, Марокко, Кордовы, Дамаска. Назначение Башни Сююмбике согласно центрально-азиатским аналогам могло заключаться в религиозных и светских функциях: наблюдательная (контроль территории), астрономическая (вычисления суточных богослужений), главный минарет столицы, политический символ страны, гражданский объект управления дворцовым комплексом и административными службами.

4. Значимость полученных результатов состоит в теоретическом осмыслении и гипотетической атрибуции Башни Сююмбике как типа ступенчато-ярусной проездной башни нефортификационного гражданско-культового назначения, возведенной в первой половине ХУ1века, а также в возможности продолжения исследований в данном направлении.

Список литературы / References

1. Грабарь, И. История русского искусства / Игорь Грабарь; История архитектуры; т. 2 Допетровская эпоха: в обработке отдельных частей издания приняли участие: Алекс. Бенуа, И. Я. Билибин, Ап. М. Васнецов [и др.]. - Москва: издание И. Кнебель, [1910-1913]. - С. 322-324. [Grabar, I. History of Russian Art / Igor Grabar; History of architecture; vol. 2 Pre-Petrine era: in the processing of individual parts of the publication took part: Alex. Benois, I. Ya. Bilibin, Ap. M. Vasnetsov [i dr.]. - Moscow: edition of I. Knebel, [1910-1913].-P.322-324.]

2. Айдаров С.С., Халиков А.Х. Юсупов Н.З. Память поколений/ С.С. Айдаров .- Казань: Татарское книжное издательство,1990 -102 с. [Aidarov S.S., Khalikov A.Kh. Yusupov N.Z. Memory of generations / S.S. Aidarov .- Kazan: Tatar book publishing house, 1990 - 102 p.]
3. Халитов Н. Х.Башня Сююмбике в Казанском Кремле http://art16.ru/suumbike(дата обращения 3.03.2022; 12.15.). [Khalitov N. Kh. Syuyumbike Tower in the Kazan Kremlinhttp://art16.ru/suumbike (Accessed 03.03.2022; 12.15.)]
4. Агишева И.Н., Куприянов В.Н. Агишева С.Т./И.Н. Агишева.- Казань: путь длиною в тысячу лет.-Казань: Изд-во КГАСУ,2017.-384 с. [Agisheva I.N., Kupriyanov V.N. Agisheva S.T./I.N. Agisheva. - Kazan: a journey of a thousand years. - Kazan: Publishing house of KGASU, 2017. - 384 p.]
5. Саначин С. П. Иконография и планы Казанского Кремля о возрасте Сююмбекиной башни /С.П. Саначин// Казань. – К., 2002. № 9. С.37-47 . [Sanachin S.P. Iconography and plans of the Kazan Kremlin on the age of the Syuyumbekin Tower / S.P. Sanachin // Kazan. - K., 2002. No. 9. P.37-47.]
6. Егерев, В.В. Сююмбекина башня (опыт историко-архитектурного анализа)/ В.В. Егерев//Башня Сююмбеки (обмеры). - Казань,1944. -С.11-16 [Egerev, V.V. Syuyumbike Tower (experience of historical and architectural analysis)/ V.V. Egerev// Syuyumbike Tower (measurements). – Kazan, 1944. –P.11-16]
7. Фахрутдинов Р. Г. Мелодия Камней/ Р.Г. Фахрутдинов – Казань: Татарское книжное издательство,1986,-223 с. [Fakhrutdinov R. G. Melody of Stones / R. G. Fakhrutdinov - Kazan: Tatar book publishing house, 1986, -223 p.]
8. Айдарова Г.Н. Архитектурная культура Среднего Поволжья ХУ1-ХХ веков- Казань КГАСУ. -1997. - 196 С. [Aidarova G.N. Architectural culture of the Middle Volga regionХУ1-Х!Х centuries - Kazan KSUAU. -1997. - 196 p.]
9. Мухамедшин Г. Н. Семь ступеней минарета Сююмбеки: Ист.-публицист. очерк о древнейшем архитектур. памятнике на территории Казан. Кремля (XVI-XX вв.) / Габбас Мухамедшин. - 2. изд., доп. - Казань: Дом печати, 2003 (Полигр.-издат. комб.). - 263 с., [8] л. цв. ил., портр.: ил., портр., табл., факс.; 27 см.; ISBN 5-94259-050-8 (в пер.) [Mukhamedshin G. N. Seven steps of the Syuyumbeki minaret: Historical and journalistic essay on ancient architecture monument on the territory of Kazan Kremlin (XVI-XX centuries) / Gabbas Mukhamedshin. - 2nd ed., add. - Kazan: Printing house, 2003 (Polygraph-publishing comb.). - 263 p., [8] l. col. ill., port. : illustrations, portraits, tables, faxes; 27 cm; ISBN 5-94259-050-8 (in translation)]
10. Салихова Ф.В. Башня Сююмбике и истоки цивилизации булгаро-татар/Ф.В. Салихова. -Казань; «Полиграфический издательский комбинат»,2001. - 79с. [Salikhova F.V. Syuyumbike tower and the origins of the civilization of the Bulgaro-Tatars / F.V. Sadikhov. - Kazan; "Printing Publishing Plant", 2001. – 79p.]
11. Шуази, О. История архитектуры. Т.2/ О. Шуази. - М.: изд-во Всесоюзной академии архитекеуры,1937. -694 с. - стр.117-119 / Auguste Choisy Histoire de l'architecture. Tome 1 .- Paris: Gauthier-Villars, 1899. Auguste Choisy, Histoire De L'Architecture, Paris, 1899). [Choisy, O. History of architecture. T.2 / O. Shuazi.- M .: Publishing House of the All-Union Academy of Architecture, 1937.-694 p. – P. 117-119 / Auguste Choisy Histoire de l'architecture. Tome 1.-Paris: Gauthier-Villars,1899. Auguste Choisy, Histoire De L'Architecture, Paris, 1899).]
12. СтивенФредерик Старр. Утраченное Просвещение. Золотой век Центральной Азии от арабского завоевания до времен Тамерлана (пер. с англ.)/С.Ф.Старр.-. М.: Альпина Паблишер. 2017. — 574 с. [Stephen Frederick Starr. Lost Enlightenment. The golden age of Central Asia from the Arab conquest to the time of Tamerlane (translated from English) / S.F. Starr.-. Moscow: Alpina Publisher. 2017. - 574 p.]
13. Даруди А. Архитектурная специфика суннитских и шиитских мечетей Ирана. https://doi.org/10.30853/manuscript.2020.5.40 [Darudi A. Architectural specificity of Sunni and Shiite mosques in Iran. https://doi.org/10.30853/manuscript.2020.5.40]
14. Масиель Санчес Л.К. Исламская архитектура и современная политика: мечети в Константине (Алжир) и Касабланке (Марокко) // Актуальные проблемы теории и истории искусства: сб. науч. статей. Вып. 7. / Под ред. С. В. Мальцевой,

Е. Ю. Станюкович-Денисовой, А. В. Захаровой. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2017. С. 609—618 [Masiel Sanches L.K. Islamic architecture and modern politics: mosques in Constantine (Algeria) and Casablanca (Morocco) // Topical problems of theory and history of art: collection of scientific articles. Iss. 7. / Edited by S.V. Maltseva, E.Ju. Stan'ukovich-Denisova, A.V. Zakharova. St.Petersburg: Publishing house SPBGU, 2017. P. 609 – 618]

15. Кононенко, Е. И. . Анатолийская мечеть XI - XV вв. : очерки истории архитектуры / Е. И. Кононенко. - Москва : Прогресс-Традиция, 2017. - 479 с. : ил., [Kononenko E.I. Anatolian mosque XI – XV: analytical review on history of architecture / E.I. Kononenko. – Moscow : Progress-Tradition, 2017. – 479 p.]
16. Кононенко Е.И. Архитектура мечетей как объект инрепретации/ Е. И. Кононенко. //Вестник СпбГУ. Искуствоведение. Вып.1.-2018.-С.113-125 [Kononenko E.I. Mosques architecture as a subject of interpretation/ E.I. Kononenko // Bulletin of SPbGU. Study of art. Iss. 1. – 2018.-P.113-125]
17. Кононенко Е.И. Турецкая мечеть: образ и бренд/ Е. И. Кононенко. //Проблемы истории,филологии, культуры.2017.№1.-С.379-390 [Kononenko E.I. Turkish mosque: image and brand / E.I. Kononenko // Problems of history, philosophy and culture.2017.№1.-P.379-390]
18. Айдарова-Волкова Г. Н., Фахруллин Р. Ф., Ботерблум К. Историко-архитектурный анализ изображения Казани голландским мастером Корнелисом де Брейном/ Г.Н. Айдарова-Волкова, Р.Ф. Фахруллин, К. Ботерблум // Вестник Санкт-Петербургского университета. История. 2020. Т. 65. Вып. 2. С. 566–583. https://doi.org/10.21638/11701/spbu02.2020.214 [Aidarova-Volkova G. N., Fakhrullin R. F., Boterblum K. Historical and architectural analysis of the image of Kazan by the Dutch craftsman Cornelis de Bruyn / G.N. Aidarova-Volkova, R.F. Fakhrullin, K. Boterblum // Bulletin of St. Petersburg University. Story. 2020. V. 65. Issue. 2. P. 566–583.https://doi.org/10.21638/11701/spbu02.2020.214]
19. Саначин С.П Башня Сююмбеки - (части 4-6) Продолжение /С.П. Саначин//Казань– К., 2002. - № 9. С.37-47 [Sanachin S.P.Syuyumbeki Tower - (parts 4-6) Continuation / S.P. Sanachin // Kazan-K., 2002. - No. 9. P.37-47]
20. Шуази, О. История архитектуры. Т.2, там же Шуази, О. - М.: изд-во Всесоюзной академии архитектуры,1937. -694 с. - стр.117-119 / Auguste Choisy Histoire de l'architecture. Tome 1 .- Paris: Gauthier-Villars, 1899. Auguste Choisy, Histoire De L'Architecture, Paris, 1899). [Choisy, O. History of architecture. V.2, in the same place Choisy, O. - M.: publishing house of the All-Union Academy of Architecture, 1937.-694 p. - P. 117-119 / Auguste Choisy Histoire de l'architecture. Tome 1.-Paris: Gauthier-Villars,1899. Auguste Choisy, Histoire De L'Architecture, Paris, 1899).]
21. СтаррСтивенФредерик. Утраченное Просвещение. Золотой век Центральной Азии от арабского завоевания до времен Тамерлана (пер. с англ.) там же Стивен Фредерик Старр.-. М.: Альпина Паблишер. 2017. — 574 с. [23Starr Stephen Frederick. Lost Enlightenment. The Golden Age of Central Asia from the Arab Conquest to the Time of Tamerlane (translated from English) ibid. Stephen Frederick Starr.-. Moscow: Alpina Publisher. 2017. - 574 p.]
22. Халиков А.Х. История изучения Билярского городища и его историческая топография/ А.Х. Халиков//Исследование Великого города. - М.: Наука. -1976.- С.7. [Khalikov A.Kh. The history of the study of the Bilyar settlement and its historical topography / A.Kh. Khalikov // Research of the Great City.- M.: Nauka.-1976.- P.7.]
23. Губайдуллин А.М. Археологические исследования Северной башни Казанского. кремля / А.М. Губайдуллин//Археологические открытия в Татарстане: 2000 г. – Казань: Изд-во «Мастер-Лайн», 2001. – С. 24-26. [GubaidullinA.M. Archaeological research of the North Tower of Kazan. Kremlin / A.M. Gubaidullin / / Archaeological discoveries in Tatarstan: 2000 - Kazan: Publishing House "Master Line", 2001. - P. 24-26.]
24. Ситдиков, Айрат. Оборонительные укрепления древней Казани/Айрат Ситдиков//Средневековапя Казань: возникновение и развитие. Материалы Международной нау4чной конференции. Казань 1-3 июня 1999 г. - Казань: Мастер Лайн,2000 - С.25 [Sitdikov, Airat. Defensive fortifications of ancient Kazan/Ayrat

Sitdikov//Medieval Kazan: emergence and development. Proceedings of the International Scientific Conference. Kazan June 1-3, 1999 - Kazan: Master Line, 2000 - P.25]

25. Халиков А.Х. Казань - столица феодального государства/ А.Х. Халиков//История Казани. -Казань: Татарское книжное издательство. -1988. - с.17 [Khalikov A.Kh. Kazan is the capital of the feudal state / A.Kh. Khalikov//History of Kazan. -Kazan: Tatar book publishing house. -1988. - P.17]
26. Хузин Ф.Ш., Ситдиков А.Г. Древняя Казань/ Ф.Ш. Хузин, А.Г. Ситдиков - Казань: Казанский государственный университет, 2005. - С.105,151. [Khuzin F.Sh., Sitdikov A.G. Ancient Kazan / F.Sh. Khuzin, A.G. Sitdikov - Kazan: Kazan State University, 2005. - P. 105,151]
27. Хамидуллин Б. Гиреи на Казанском престоле: эпоха национального возрождения/ Б. Хамидуллин// «Гасылар Авазы-Эхо Веков». №1/2, 2016. - С.3-10. [Khamidullin B. The Girei-Khans on Kazan throne: national revival epoch/ B. Khamidullin// «Gasyrlar Avasy - Centuries echo». №1/2, 2016. – P.3-10]
28. Коваль В. Ю., Русаков П. Е. Исследования фортификации города Болгара в 2014–2015 годах/ В.Ю.Коваль, П.Е. Русаков // Материалы и исследования по археологии Великого Болгара. Том. II. – Москва–Казань, 2018. –160 стр., илл. [Koval V.Ju., Rusakov P.E. Research of fortifications of Bolgar town in 2014-2015/ V.Ju. Koval, P.E. Rusakov // information and research on archaeology of the Great Bolgar. Vol. II. – Moscow – Kazan, 2018. – 160 p. Ill.]
29. Айдаров С.С. Интерпретация и реконструкция малого городка как караван-сарая в системе рабата у южных ворот города Болгара/ С.С. Айдаров// Беляев Л.А., Елкина И.И., Лазукин А.В. Малый городок: исследования 1981-1984 и 2011-2015 годов. - Казань-Москва. - С.75-77. [Aidarov S.S. Interpretation and reconstruction of a small town as a caravanserai in the discount system at the southern gates of the town of Bolgar / S.S. Aidarov// Belyaev L.A., Elkina I.I., Lazukin A.V. Small town: studies 1981-1984 and 2011-2015. -Kazan-Moscow. - P.75-77]
30. Беляев Л.А. Малый городок как памятник архитектуры и строительного искусства великого Болгара X1У века//Город Болгар. - Москва: Наука,2001. - С.261-310. [Belyaev L.A. A small town as a monument of architecture and building art of the great Bolgar of the 11th century // City of Bolgar. - Moscow: Nauka, 2001. - P.261-310]
31. Беляев Л.А. Проблемы интерпретации и реконструкции архитектурно-археологических памятников средневекового Поволжья// Беляев Л.А., Елкина И.И., Лазукин А.В. Малый городок: исследования 1981-1984 и 2011-2015 годов. -Казань-Москва. - С.63-74. [Belyaev L.A. Problems of interpretation and reconstruction of architectural and archaeological monuments of the medieval Volga region// Belyaev L.A., Elkina I.I., Lazukin A.V. Small town: studies 1981-1984 and 2011-2015. -Kazan-Moscow. - P.63-74.]
32. Айдаров С.С. Исследование и реставрация памятников монументального зодчества Болгара/С.С. Айдаров//Город Болгар. Монументальное строительство, архитектура, благоустройство. - М.:Наука,2001.- С.5-260, рис.:с. 244 [Aidarov S.S. Research and restoration of monumental architecture in Bolgar / S.S. Aidarov // City of Bolgar. Monumental construction, architecture, landscaping. - M.: Nauka, 2001.- P.5-260, fig.: P. 244]

Информация об авторах

Айдарова Галина Николаевна, доктор архитектуры, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация
E-mail: aidagalnik@mail.ru
Куприянов Валерий Николаевич, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация,
Email: kuprivan@kgasu.ru

Мирсаяпов Илизар Талгатович, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация,
Email:mirsayapov@kgasu.ru,

Information about the authors

Galina N. Aidarova, doctor of architecture, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation.
E-mail: aidagalnik@mail.ru
Valery N. Kupriyanov, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of the RAACS, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: kuprivan@kgasu.ru
Ilizar T. Mirsayapov, doctor of technical sciences, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
E-mail: mirsayapov1@mail.ru

УДК: 72.007 (470.4)
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_175
EDN: UAGUVS

Неизвестные страницы из жизни казанского архитектора начала XX века Константина Саввиновича Олешкевича

Р.К. Мухитов[1], **А.Э. Агафонова**[1]
[1]Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи.* Константин Саввинович Олешкевич известный архитектор и профессор начала XX века, внесший значительный вклад в развитие архитектуры и строительного образования в г. Казани. Он стоял у истоков Казанского промышленного института и был основоположником стиля модерн. Целью исследования является изучение малоизвестного периода с 1873 – 1900 гг. в его биографии. Задачами исследования являются: воссоздание целостной картины жизни и выявление факторов повлиявших на творческий путь архитектора за этот период.
Результаты. В результатах исследования представлена найденная архивная информация, связанная с жизнью архитектора. Впервые в Государственном архиве Республики Татарстан в фонде Казанское губернское жандармское управление, в горое Казань были обнаружены сведения о семье Константина Саввиновича. В Центральном государственном архиве Санкт-Петербурга, где хранится фонд Института гражданских инженеров императора Николая I был найден диплом архитектора и подробная информация об его институтских годах жизни.
Выводы. Благодаря проделанному исследованию были выявлены и сведены воедино новые факты о раннем малоизвестном периоде жизни с 1873-1900 гг. казанского архитектора Константина Саввиновича Олешкевича. Также обнаружены и восстановлены данные, повлиявшие на его творческую деятельность и причины переезда в г. Казань.

Ключевые слова: архитектор К.С.Олешкевич, Виленское реальное училище, Институт гражданских инженеров, семья, творческая деятельность.

Для цитирования: Мухитов Р.К., Агафонова А.Э. Неизвестные страницы из жизни казанского архитектора начала XX века Константина Саввиновича Олешкевича// Известия КГАСУ. 2023. №1 (63), с.175-185,
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_175, EDN: UAGUVS

Unknown pages from the life of the Kazan architect of the beginning XX century Konstantin Savvinovich Oleshkevich.

R.K. Mukhitov[1], **A.E. Agafonova**[1]
[1]Kazan State University of Architecture and Engineering
Kazan, Russian Federation

Abstract: *Problem statement*. Konstantin Savvinovich Oleshkevich is a well-known architect and professor of XX century, who made a significant contribution to the development of architecture and construction education in Kazan. He stood at the origins of Kazan Industrial Institute and was the founder of the Art Nouveau style. The purpose of the research is to study the little–known period from 1870 - 1900 in his biography. The objectives of the research are: to recreate a holistic picture of life and identify the factors that influenced the creative path of the architect during this period.
Results. The results of the research present newly found archival information from the architect's life. For the first time in the State Archive of the Republic of Tatarstan in Kazan

Provincial Gendarmerie Department fund, in Kazan, information about the family of Konstantin Savvinovich was discovered. In the Central State Archive of St. Petersburg, where the fund of the Institute of Civil Engineers of Emperor Nicholas I is kept, an architect's diploma and detailed information about his institute years of life were found.
Conclusions. Thanks to the research done, new facts about the early little-known period of life from 1873-1900 of the Kazan architect K.S. Oleshkevich were identified and brought together. The data that influenced his creative activity and the reasons for moving to Kazan were also discovered and restored.

Keywords: architect K.S.Oleshkevich, Vilna Real School, Institute of Civil Engineers, family, creative activity.
For citation: Mukhitov R.K., Agafonova A.E. Unknown pages from the life of the Kazan architect of the beginning XX century Konstantin Savvinovich Oleshkevich// News KSAUE 2023 № 1(63),p.175-185, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_175, EDN: UAGUVS

1. Введение

Конец XIX - начала XX века явился переломным для истории Российской Империи. Бурное развитие промышленности, строительство железных дорог привело к росту городов, строительству дорог, мостов и новых зданий. По всей территории Российской Империи произошли экономические преобразования [1]. Казань как губернский город [2] в это время стала активно застраиваться [3-5], что привлекло в город большое количество специалистов и в том числе архитекторов, чей труд был востребован [6]. Одним из них был Константин Саввинович Олешкевич (1873-1937 гг.), который внес значительный вклад в формирование архитектурного облика города и становление профессионального образования.

Несмотря на большую значимость такой личности как К.С. Олешкевич, мы до сих пор не знаем полностью его биографию: семью, годы обучения в училище и затем в институте. Нам совсем неизвестна история его формирования как будущего архитектора, ведь на данный момент времени существует всего лишь одна работа, в которой упоминается небольшой фрагмент исследуемого периода из жизни Константина Саввиновича. Это кандидатская диссертация Л.М. Муртазиной «Профессиональная и общественная деятельность архитекторов Казанской губернии (вторая половина XIX-начало XX в.)» [7]. Однако этой информации недостаточно для понимания роли факторов, повлиявших на творческую деятельность архитектора. Последующий период жизни К.С. Олешкевича также остается малоизученным, однако существуют источники, где описаны фрагменты из его жизни после переезда в г. Казань. Так, в статье Бушуевой Л.А [8] есть сведения о преподавательской деятельности архитектора, а именно о его работе в Казанском политехническом институте в послереволюционный период [9]. Также в книге Саначина С.П [10] освещается жизнь архитектора в период репрессий [11,12]. Общие сведения о биографии зодчего размещены в татарской энциклопедии [13], но эта информация является недостоверной, а именно даты, связанные с важными событиями в жизни К.С. Олешкевича не соответствуют фактическим данным.

Объект исследования: жизнь и творчество Константина Саввиновича Олешкевича.

Предмет исследования: малоизвестный период жизни архитектора с 1873-1900 гг.

Целью данной работы является изучение вновь выявленных материалов биографии К.С. Олешкевича до переезда в г. Казань в период с 1873-1900 гг.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

-найти и изучить материалы связанные с биографией К.С. Олешкевича;

-выявить факты, повлиявшие на жизнь и творчество Константина Саввиновича, в том числе причины переезда в г.Казань;

-на основе анализа новых материалов сформировать целостную версию биографии архитектора за этот период.

2. Материалы и методы

Основные данные, используемые в исследовании, были обнаружены в Центральном государственном историческом архиве Санкт-Петербурга, где хранится

фонд Института гражданских инженеров императора Николая I (фонд №184), в котором была найдена информация о годах жизни К.С. Олешкевича, проведенных в институте, в том числе его диплом, различные сведения и прошения. Там же впервые была найдена информация о брате архитектора. Фрагменты из исследуемого периода жизни также были обнаружены в фондах : Казанское губернское жандармское управление, в г. Казань (фонд №199); Казанский политехнический институт народного комиссариата просвещения РСФСР (фонд №262) Государственного архива Республики Татарстан.

Метод исследования основывается на сравнительном анализе и систематизации новых историко-архивных данных и сопоставлении их с существующими данными, с целью получения максимально объективных результатов в изучении биографии К.С. Олешкевича.

3. Результаты и обсуждение

Свой след в формировании города Казани, его архитектурного облика оставили многие талантливые архитекторы. Одним из таких является Константин Саввинович Олешкевич – казанский архитектор и профессор начала XX века (рис.1). Он один из немногих, чье творчество тесно связано с появлением в городе стиля модерн. Ему приписывают авторство более 30 архитектурных объектов на территории Казанской губернии. Однако до сих пор не существует целостной картины его жизни и творчества, особенно первых 27 лет жизни архитектора, т.е до его переезда в Казань.

Рис.1 Константин Саввинович Олешкевич. (https://museum.kgasu.ru.)
Fig.1 Konstantin Savvinovich Oleshkevich. (https://museum.kgasu.ru.)

Константин Саввинович Олешкевич родился 8 июля 1873 года в городе Вильно, Виленской губернии в дворянской семье. На тот момент Виленская губерния входила в состав Российской империи, как известно из истории, это произошло после разделения Великого Литовского княжества в 1795 году, после чего Вильна была присоединена к территориям Российской империи. Так, с 1840 года она являлась административным центром Виленской губернии, входившей в состав Северо-Западного края Российской империи. Край отличался определенными особенностями общественно-правого положения.[1] На рубеже XIX и XX веков Вильно стал центром культурного и политического возрождения литовской нации [12].

Несмотря на то, что современников К.С.Олешкевича удивляла католическая набожность жителей города Вильно [14], семья архитектора была православного вероисповедания. Достоверной и полной информации о родителях Константина Саввиновича до сих пор нет. Однако, если проанализировать существующие публичные и архивные источники, где есть упоминания о том, что К.С. Олешкевич является сыном

[1] В 1903 году было принято «Положение об управлении земским хозяйством в губерниях Витебской, Волынской, Киевской, Минской, Могилевской, Подольской», по которому в трех из шести губерний Северо-Западного края (Белоруссии и Литвы) вводился модифицированный порядок земского управления с назначением всех членов земских управ и земских гласных от правительства. Данный порядок был признан неудачным, после чего с 1910 года разрабатывался законопроект о введении в этих губерниях выборных земских учреждений, но также с исключениями из общего порядка, направленными на отстранение от участия в земствах польских землевладельцев. Принятие этого закона в 1911 году сопровождалось острым политическим кризисом.

коллежского асессора, то можно сделать вывод, что он был дворянского сословия. Так как обладатели чина «коллежского асессора» обычно служили в должности регистратора секретаря или советника, и к ним применялось обращение «Ваше высокоблагородие». До 1845 года чин давал потомственное дворянство, затем – только лично. Личное дворянство передавалось браком от мужа к жене, но не передавалось детям и потомству. Поскольку в ранних сведениях, относящихся к периоду студенчества К.С. Олешкевича, упоминается о его дворянском происхождение, то по всей видимости, семья Константина Саввиновича обладала именно титулом потомственных дворян, что давало привилегированность в обществе того времени.

Представляет особый интерес информация, найденная на сайте Центра генеалогического исследования[2]: «Савин Олешкевич, дата рождения неизвестна, умер в 1888 году и похоронен в городе Вильно на Евфросиньевском кладбище[3]». Это означает, что на сегодняшний день, это единственное свидетельство об отце К.С.Олешкевича. А поскольку в поздних упоминаниях о составе семьи информации о нем уже нет, то можно утверждать, что в юном возрасте 15 лет Константин Саввинович остался без отца.

Существующая информация о том, что Константин Саввинович проживал вместе с матерью Жозефиной Антоновной и старшим братом Владимиром является неполной, так как не дает сведений о возрасте брата. Впервые в архивах ЦГИА СПб были обнаружены сведения о брате, из которых стало известно, что Константин Саввинович был младше брата Владимира всего на 3 года, вероятнее всего свое детство и юность братья провели вместе.

В документах Центрального государственного исторического архива Санкт-Петербурга [15] была найдена информация об окончании К.С. Олешкевичем Виленского реального училища в 1892 году, то есть в возрасте 19 лет. Учебная программа в реальном училище была рассчитана на шесть лет, с разделением пятого и шестого класса на два отделения – основного и коммерческого, из чего следует, что Константин Саввинович поступил в училище в возрасте 13 лет. Неизвестно на каком отделении обучался К.С.Олешкевич, однако в архивных документах упоминается, что его брат Владимир окончил коммерческое отделение. Реальное училище в г.Вильно было основано в 1839 г. под именем Дворянского училища, которое в 1860 году было преобразовано в прогимназию. Затем с 1868 года училище существовало в виде Виленской реальной гимназии. После указа императора Александра II от 15 мая 1872 года, который был направлен на создание нового типа учебного заведения, осуществляющего общее образование в сочетании с профессионально-техническими дисциплинами, все реальные гимназии были преобразованы в реальные училища. В училище изучали такие предметы как закон Божий, русский язык, географию, историю, математику, физику, естествознание, рисование, черчение, чистописание, коммерческое письмоводство и книговодство и два иностранных языка. Одним из изучаемых языков был обязательно немецкий, другой – французский, английский, иногда итальянский или новогреческий на выбор [16]. Как отмечали свидетели того времени, в период обучения Константина Саввиновича в Виленском реальном училище, оно ценилось сильным преподавательским составом. Среди его педагогов были такие известные люди как: учитель механики и черчения Иосиф Николаевич Ливчак (1839-1914) - изобретатель в области полиграфии, военного дела, транспорта, автор около 30 книг о своих изобретениях; учитель рисования и черчения Иван Петрович Трутнев (1827-1912) - известный русский живописец, педагог, основатель и руководитель Виленской Рисовальной школы, академик Императорской Академии художеств; учитель рисования и черчения Виктор Михайлович Резанов (1829-1906) - русский художник-пейзажист, академик Императорской Академии художеств; и др [17]. В конце обучения после успешной сдачи ряда дисциплин ученики Виленского реального училища имели возможность поступить в ведущие университеты страны.

[2] Сайт Центра генеалогических исследований (ЦГИ) создан специально для тех, кто хочет найти предков и дальних родственников.

[3] Евфросиниевское кладбище в Вильнюсе - один из древнейших и ценных в историко-культурном отношении православных некрополей Литвы.

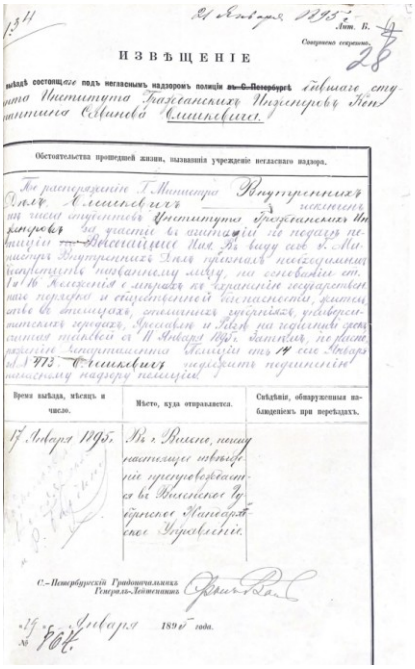
Так, после успешного окончания обучения в Виленском реальном училище К.С.Олешкевич в 1892 году по вступительному испытанию, состоящего из экзамена по математике и рисования орнаментов, поступил в Институт гражданских инженеров имени императора Николая I в Санкт- Петербурге. Куда, как известно из архивных данных, он переехал вместе с матерью и старшим братом. В тот же самый период старший брат Константина Саввиновича после прохождения воинской службы длительностью в 4 года и оставшись прапорщиком запаса армейской пехоты, был принят на работу в ведомство Государственного контроля Балтийской и Псково-Рижской железной дороги в г. Санкт-Петербурге[4].

Институт гражданских инженеров имени императора Николая I был основан в 1832 году как училище гражданских инженеров, в дальнейшем официальные названия учебного заведения менялись несколько раз. Так, по распоряжению императора Александра III в 1882 году училище было переименовано в Институт гражданских инженеров, а уже в 1892 году ему было присвоено имя императора Николая I. Согласно уставу 1877 года училище, а затем институт преследовал цель выпустить специалистов по образованию техников по гражданско-строительной и дорожной части. В строительном институте могли обучаться дети дворян, чиновников и офицеров, дети лиц духовного звания, почётных граждан, купцов, мещан, крестьян и казаков. Обучение в институте длилось 5 лет. В декабре 1894 года, Константин Саввинович, находясь на третьем курсе обучения привлек к себе внимание департамента полиции за агитацию сокурсников к подаче общестуденческой петиции на Высочайшее имя, вследствие чего за ним учредили самый строгий негласный надзор полиции, который остался за ним до сентября 1900 года [18]. Остается неизвестным, в чем точно заключался посыл петиции, однако именно в этот период времени в г. Санкт-Петербурге и Москве студенчество выступало за активные общественные действия, за свободу академической науки и за сохранение прогрессивных университетских реформ 1860-1870-х гг [19]. Все это выражалось в форме петиций и сбора подписей, адресованных новому молодому императору Николаю II.

Так или иначе данная ситуация характеризует К.С.Олешкевича как смелого и неравнодушного общественного деятеля, который уже в то время обладал задатками лидерских качеств.

После данного инцидента, в январе 1895 года по распоряжению Министерства внутренних дел Константин Саввинович был исключен из числа студентов Института гражданских инженеров. В целях охраны порядка и общественной безопасности ему было запрещено жить в столицах, столичных губерниях и университетских городах, Ярославле и Риге сроком на один год (рис.2). Так, бывшему студенту и его матери пришлось вернуться обратно в г. Вильно из Санкт-Петербурга, брат Владимир остался работать в Санкт-Петербурге. Из обнаруженных переписок жандармского управления стало известно, что во время пребывания К.С.Олешкевича в городе Вильно и, находясь под пристальным надзором ни в чем предосудительном в политическом отношении, он замечен не был. Так, несмотря на ограничение в жизни в столицах в один год уже в июне 1895 года, т. е. через полгода Константин Саввинович прибыл в г. Санкт-Петербург и написал прошение на имя директора Института гражданских инженеров с просьбой принять его обратно в число студентов 3 курса. По всей видимости, оно было одобрено, так как с 1 сентября того же года К.С. Олешкевич был вновь зачислен на 3 курс, вероятнее всего исключение носило больше формальный характер и не влекло за собой каких-то серьезных последствий, вполне возможно, что это также связано с сословным происхождением будущего архитектора.

[4] Псково-Рижская железная дорога - казённая железная дорога Российской империи. В 1893 году объединена с Балтийской железной дорогой. С 1 января 1907 года объединённая Балтийская и Псково-Рижская железная дорога входила в состав казённых Северо-Западных железных дорог (вместе с Петербурго-Варшавской железной дорогой).



Совершено секретно

ИЗВЕЩЕНИЕ

О выезде состоящего под негласным надзором полиции бывшего студента Института гражданских инженеров Константина Саввиновича Олешкевича.

Обстоятельства прошедшей жизни, вызвавшие учреждение негласного надзора

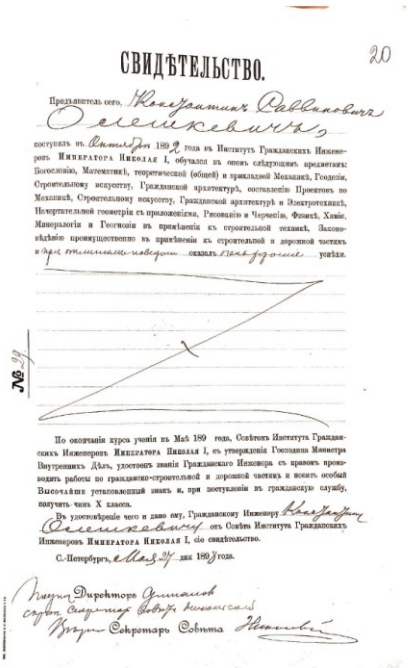
По распоряжению г. Министра внутренних дел Олешкевич исключен из числа студентов Института гражданских инженеров за участие в агитации по подаче петиции на Высочайшее Имя . В виду всего г. Министр внутренних дел признал необходимым воспретить названному лицу, на основании ст. 1 и 16 Положения о мерах к охранению государственного порядка и общественной безопасности, жительство в столицах, столичных губерниях, университетских городах, Ярославле и Риге на годичный срок считая таковой с 11 января 1895 г. Затем по распоряжению Департамента полиции от 14 января ?? Олешкевич подлежит подчинению негласному надзору полиции.

Время выезда месяц и число	Место, куда отправляется	Сведенья обнаруженные наблюдением при переездах
17 января 1895 г.	В г. Вильно, посему настоящее извещение препровождается в Виленское губернское жандармское управление	

С.-Петербургский градоначальник
Генерал-лейтенант

19 января 1895 год
№ 864

Рис.2 Извещение департамента полиции о причинах установки негласного надзора за К.С. Олешкевич от 19 января 1895 года с расшифровкой.
(Государственный архив Республики Татарстан, ф.199, оп.2, д. 50. Дело о бывшем студенте Института гражданских инженеров Константина Савинова Олешкевича)
Fig.2 Notification of the police Department on the reasons for the installation of covert surveillance of K.S. Oleshkevich dated January 19, 1895 with a transcript.
(State Archive of the Republic of Tatarstan, f.199, op.2, d.50. The case of a former student of the Institute of Civil Engineers Konstantin Savinov Oleshkevich)



СВИДЕТЕЛЬСТВО

Предъявитель его, Константин Саввинович Олешкевич поступил в октябре 1892 года в Институт Гражданских инженеров Императора Николая I, обучался в нем следующим предметам: богословию, математике, теоретической (общей) и прикладной механике, геодезии, строительному искусству, гражданской архитектуре, составлению проектов по механике, строительному искусству, гражданской архитектуре и электротехнике, начертательной геометрии с приложениями, рисованию и черчению, физике, химии, минералогии и геогнозии в применении к строительной технике, законоведению преимущественно в применение к строительной и дорожной частям и при отличном поведении показал очень хорошие успехи.

По окончании курса обучения в мае 189 года, советом Института гражданских инженеров Императора Николая I, с утверждения господина Министра внутренних дел, удостоен звания гражданского инженера с правом производить работы по гражданско-строительной и дорожной частям и носить особый высочайше установленный знак и, при поступлении в гражданскую службу, получить чин X класса.

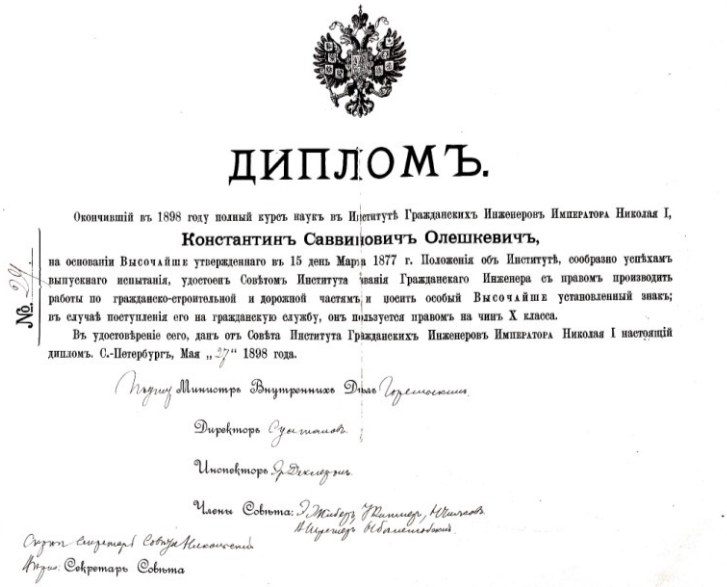
В удостоверение чего и дано ему, гражданскому инженеру Константину Олешкевичу от совета Института гражданских инженеров Императора Николая I, данное свидетельство.

С.-Петербург, мая 27 дня 1898 года.
Директор Султанов
Секретарь совета Никольский

Рис.3 Свидетельство об обучении К.С. Олешкевича в Институте гражданских инженеров Императора Николая I от 27 мая 1898 года с расшифровкой.
(Центральный государственный исторический архив Санкт-Петербурга, ф.184, оп.3, д. 2549. Дело Института гражданских инженеров Министерства внутренних дел. Об учащемся Константине Олешкевиче)
Fig. 3 Certificate of K.S. Oleshkevich training at the Institute of Civil Engineers of Emperor Nicholas I dated May 27, 1898 with transcription.
(Central State Historical Archive of St. Petersburg, f.184, op.3, d. 2549. The case of the Institute of Civil Engineers of the Ministry of Internal Affairs. About the student Konstantin Oleshkevich)

Константин Саввинович добросовестно относился к обучению и отличался особыми успехами в учебе, такие выводы можем сделать исходя из того, что Институт гражданских инженеров выделял ему стипендию. Связать это с отсутствием денежных средств мы не можем, так как известно, что средства на жизнь будущий архитектор получал от родителей[5]. Подтверждением этих выводов служит свидетельство института где написано, что при отличном поведении показывал очень хорошие успехи в обучении (рис.3). В рамках учебы в институте К.С. Олешкевич изучал такие предметы как: богословие, математика, теоретическая и прикладная механика, геодезия, строительное искусство, гражданская архитектура, начертательная геометрия, рисование, черчение, физика, химия. А также составление проектов по механике, строительному искусству, гражданской архитектуре и электротехнике; минералогию и геогнозию[6] в применении к строительной технике; законоведение преимущественно в применении к строительной и дорожной части. Помимо этого, как стало известно из документов по надзору, в процессе прохождения летних практических работ студент К,С Олешкевич участвовал в перестройке здания вокзала на станции Харьков, в г. Харьков[7].

В 1898 году 27 мая Константин Саввинович окончил полный курс наук в институте и получил серебряную медаль за архитектурные проекты, а также был удостоен звания гражданского инженера с правом на чин X класса[8], о чем свидетельствует полученный им диплом.(рис.4)



ДИПЛОМЪ.

Окончившій въ 1898 году полный курсъ наукъ въ Институтѣ Гражданскихъ Инженеровъ Императора Николая I,

Константинъ Саввиновичъ Олешкевичъ,

на основаніи Высочайше утвержденнаго въ 15 день Марта 1877 г. Положенія объ Институтѣ, сообразно успѣхамъ выпускнаго испытанія, удостоенъ Совѣтомъ Института званія Гражданскаго Инженера съ правомъ производить работы по гражданско-строительной и дорожной частямъ и носить особый Высочайше установленный знакъ; въ случаѣ поступленія его на гражданскую службу, онъ пользуется правомъ на чинъ X класса.

Въ удостовѣреніе сего, данъ отъ Совѣта Института Гражданскихъ Инженеровъ Императора Николая I настоящій дипломъ. С.-Петербургъ, Мая „27“ 1898 года.

№ 24

Товарищъ Министра Внутреннихъ Дѣлъ

Директоръ

Инспекторъ

Члены Совѣта:

Отдѣл. Секретарь Совѣта

Канц. Секретарь Совѣта

Рис.4 Диплом об окончании обучении К.С. Олешкевича в Институте гражданских инженеров Императора Николая I от 27 мая 1898 года.
(Центральный государственный исторический архив Санкт-Петербурга, ф.184, оп.3, д. 2549. Дело Института гражданских инженеров Министерства внутренних дел. Об учащемся Константине Олешкевиче)

Fig.4 Diploma of completion of K.S. Oleshkevich's studies at the Institute of Civil Engineers of Emperor Nicholas I dated May 27, 1898. (Central State Historical Archive of St. Petersburg, f.184, op.3, d. 2549. The case of the Institute of Civil Engineers of the Ministry of Internal Affairs. About the student Konstantin Oleshkevich)

[5] ГА РТ, Ф. 199, Оп.2. д. 50, л. 3.

[6] Геогнозия- наука о составе и внутреннем строении земной коры.

[7] Южный железнодорожный вокзал в г. Харьков- Здание Харьковского вокзала было построено в 1869 году архитектором Константином Томом (1794-1881 гг.). К концу XIX столетия интенсивность пассажирских перевозок возрастала и было приято решение модернизировать вокзал и расширить его территорию. Перестройка вокзала проводилась с 1896-1901 гг. по проекту архитектора Загоскина. Эти изменения позволили харьковскому вокзалу стать одним из крупнейших в Российской империи.

[8] Чин X класса в случае поступления на гражданскую службу дает звание коллежского секретаря.

После окончания института, несмотря на дисциплинарное наказание во время обучения и на продолжавшийся надзор, К.С. Олешкевич был определен на службу в Министерство внутренних дел и приглашен на занятия в Технический строительный комитет [20]. Комитет был учрежден МВД Российской империи в 1865 году и в соответствии с положением были определены его полномочия. А именно: рассмотрение планов городов и проектов сооружений, представленных на Высочайшее утверждение; составление проектов, предназначенных для типового строительства; провидение экспертиз проектов, ревизии и согласование отчетов и смет на строительные работы для губернских казенных и общественных зданий и сооружений; экспертиза проектов сооружений, строительство которых было сопряжено с особой сложностью в техническом отношении. Рабочие места в комитете были заняты губернскими архитекторами, губернскими инженерами, их помощниками и техниками [21]. Обучение в комитете в последующем помогло Константину Саввиновичу в работе на административной должности.

Параллельно с обучением в Техническом строительном комитете К.С.Олешкевич в 1898 году был оставлен стипендиатом Министерства народного просвещения, скорее всего он подал прошение в данное ведомство о разрешение вести ему преподавательскую деятельность. Можно сделать вывод, что одобрение от Министерства он все же получил, так как за казенный счет был отправлен на стажировку за границу для подготовки к педагогической деятельности. На данный момент нет точной информации, сколько времени он провел за границей так, как встречаются три источника, два из которых написаны самим архитектором, а третий написан департаментом полиции, в одном из которых указано, что он находился там год, в другом, что полгода, в третьем два месяца. Точно известно лишь, что во время стажировки он посетил такие страны как Австрия, Германия и Италия и по ее окончании представил отчет об организации архитектурного образования и состоянии памятников архитектуры зодчества в этих странах[9].

Вскоре после своего возвращения, 31 августа 1899 года, набравшись опыта после поездки и изучив учебное дело других стран, Константин Саввинович с разрешения департамента полиции был направлен в г. Казань на должность заведующего строительным отделением и преподавателя строительных наук при Казанском соединенном промышленном училище. Как раз в 1897 году училище открыло свои двери и нуждалось в многопрофильных специалистах с хорошим образованием. Вероятнее всего Константин Саввинович переехал в Казань по причине возможности реализации как преподавателя в области архитектуры, а также из-за нехватки востребованных кадров в Казанском соединенном промышленном училище. Кроме того специалистам от училища предоставлялась казенная квартира для проживания.

По всей видимости, в г. Казань К.С.Олешкевич прибыл один, так как еще в 1896 году его брат Владимир был переведен в ведомство Государственного контроля Польских железных дорог в г. Вильно. В это же время Владимир Олешкевич женился на Алисе Федоровне Шварц. Его мать Жозефина Антоновна вернулась в г. Вильно вместе с ними. Как сложилась в дальнейшем судьба брата и матери неизвестно, как и то поддерживали ли они общение с Константином Саввиновичем после его переезда в Казань.

4. Заключение

В результате авторского научного исследования выявлены важные факты для историко-архитектурной науки:

1. Впервые найдена и изучена информация о биографии Константина Саввиновича Олешкевича периода с 1873-1890 гг. В рамках исследования выявлены сведения о членах семьи архитектора и обнаружены подробные материалы о его брате Владимире Олешкевиче.
2. В процессе исследования выявлены новые фрагменты из жизни К.С. Олешкевича, которые повлияли на формирование творческого пути будущего архитектора, в том числе:

[9] ГА РТ, ФР. 262, Оп.4. д. 220, л. 19

- найдена информация о его исключении из Института гражданских инженеров имени Николая I и определены точные года обучения в институте.
- выявлены факторы, повлиявшие на переезд в г. Казань, одним из которых является привлечение Казанским соединенным промышленным училищем специалистов в области архитектурного образования.

3. Вновь выявленные материалы позволили сформировать биографию архитектора в период с 1873-1900 гг.

Список литературы/References

1. Emmons T. History and Politics in Russia before the Revolutio. // Journal of Modern Russian History and Historiography. 2017. Vol. 10. Issue 1. P.112-124. DOI: 10.1163/22102388-01000005
2. Grigoriev A, Lapteva E, Lynn R. Regional differences in intelligence, infant mortality, stature and fertility in European Russia in the late nineteenth century // Intelligence. 2016. Vol. 55. P. 34-37. DOI: 10.1016/j.intell.2016.01.003.
3. Надырова Х.Г, Хайруллина А.Т. Особенности размещения больничных комплексов в планировочной структуре Казани конца XVIII- начала XX вв. // Архитектура и строительство России. 2022. № 2 (242). С. 60-65 [Nadyrova H.G., Khairullina A.T. Features of the placement of hospital complexes in the planning structure of Kazan of the late XVIII- early XX centuries. // Architecture and construction of Russia. 2022. № 2 (242). P. 60-65.]
4. Айдарова Г.Н., Краснобаев И.В. Дерево в архитектуре прибрежных территорий исторического центра Казани // Жилищное строительство. 2019. № 1-2. С. 30-34.[Aidarova G.N., Krasnobaev I.V. Wood in the architecture of coastal territories of the historical center of Kazan // Housing construction. 2019. № 1-2. P. 30-34.]
5. Nadyrova D. Formation of the identity of the profitable complexes of the old tatar quarter in Kazan of the late XIX- early XX centuries //E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 274. DOI: 10.1051/e3sconf/202127401036.
6. Лактионова С.С. Неизвестные страницы биографии известного казанского инженера-архитектора Василия Андреевича Трифонова // Вестник магистратуры. 2021. № 4-3 (115). [Laktionova S.S. Unknown pages of the biography of the famous Kazan engineer-architect Vasily Andreevich Trifonov // Bulletin of the Magistracy. 2021. № 4-3 (115).]
7. Муртазина Л.М Профессиональная деятельность архитекторов Казанской губернии: Вторая половина XIX- начало XX вв.: дис. …канд. ист. Наук: 07.00.02.- Казань, 2000. – 183 с: ил. РГБ ОД, 61 01-7/458-8 [Murtazina L.M. Professional activity of architects of the Kazan province: The second half of the 19th – early 20th centuries: dis. … candidate of Historical Sciences: 07.00.02.- Kazan, 2000.- 183 p.: il. RGB OD, 61 01-7/458-8]
8. Бушуева Л. А. Технический вуз советской провинции на фоне эпохи революционных преобразований (к 100-летию Казанского политехнического института) // Гасырлар авазы – Эхо веков. 2019. № 2. С. 136-149. [Bushueva L. A. Technical university of the Soviet province against the background of the era of revolutionary transformations (to the 100th anniversary of the Kazan Polytechnic Institute) // Gasyrlar avazy – Echo of Centuries. 2019.№. 2. P. 136-149.]
9. Immonen. H. From February Revolution to Civil War: Finnish Historians and the Year 1917. // Journal of Modern Russian History and Historiography. 2016. Vol. 9. Issue 1. p. 89-105. DOI: 10.1163/22102388-00900006
10. Саначин С.П. Экскурс в архитектурную жизнь советской Казани. – Казань: Фолиант, 2015. – 240 с. [Sanachin S.P. An excursion into the architectural life of Soviet Kazan. – Kazan: Folio, 2015. – 240 p.]
11. Khlevnyuk, D. Victim-heroes in collective memory: Surviving soviet repressions heroically.// Memory Studies.2021. 0(0). DOI: 10.1177/1750698021995992
12. Комзолова А.А. История правительственной политики в Северо-Западном крае в XIX – начале XX в. (Анализ новых публикаций архивных источников) // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 5: История. – Москва : ИНИОН. РАН, 2021. № 4. С. 27–43. DOI: 10.31249/rhist/2021.04.02 [2.

Komzolova A.A. The history of government policy in the North-Western Region in the XIX – early XX century. (Analysis of new publications of archival sources) // Social and humanitarian sciences. Domestic and foreign literature. Ser. 5: History. – Moscow : INION. RAS, 2021. №. 4. P. 27-43. DOI: 10.31249/rhist/2021.04.02]

13. Олешкевич Константин Саввинович // tatarica.org : татарская онлайн- энциклопедия Tatarica.URL:https://tatarica.org/ru/razdely/kultura/iskusstvo/arhitektura/personalii/oleshkevich-konstantin-savvinovich (дата обращения: 02.12.2022). [Konstantin Savvinovich Oleshkevich//tatarica.org: Tatar online encyclopedia Tatarica.URL:https://tatarica.org/ru/razdely/kultura/iskusstvo/arhitektura/personalii/oleshkevich-konstantin- savvinovich (reference date: 02.12.2022).]
14. Долбилов М.Д. Город едва ли свой, но и не вовсе чуждый : Вильна в имперском и националистическом воображении русских (1860-е годы - начало XX века). // Новое литературное обозрение: теория и история литературы, критика и библиография. 2017. № 2 (144). С. 60-76.[Dolbilov M.D. The city is hardly my own, but not at all alien: Vilna in the imperial and nationalist imagination of Russians (1860s - the beginning of the XX century). // New Literary Review: Theory and History of Literature, criticism and bibliography. 2017. № 2 (144). P. 60-76.]
15. Дело Института гражданских инженеров Министерства внутренних дел. Об учащемся Константине Олешкевиче, 1892г.//ЦГИА, Ф.184, Оп. 3, Д. 2549 [The case of the Institute of Civil Engineers of the Ministry of Internal Affairs. About the student Konstantin Oleshkevich, 1892//TSGIA, F.184, Op. 3, d. 2549]
16. Мамкина И. Н. Реальные училища в контексте системы общего образования Восточной Сибири в пореформенный период середины XIX - начала XX вв // Вестник ЗабГУ. 2013. №12. С 9-17. [Mamkina I. N. Real schools in the context of the general education system of Eastern Siberia in the post-reform period of the mid-XIX - early XX centuries // Bulletin of ZabGU. 2013. No. 12. P. 9-17.]
17. Ильин А. Черевачицкие котовичи- священники, деятели культуры и просто люди. Глава V. Виленский кафедральный протоиерей Иоанн Котович. Часть 2. //Гістарычная брама. гісторыка-краязнаўчы часопіс. 2016. № 1 (26). [Alexander Ilyin. Cherevachitsky Kotovichi are priests, cultural figures and just people. Chapter V. Vilna Cathedral Archpriest John Kotovich. Part 2. / / historical gates. local history magazine. 2016. № 1 (26).]
18. Дело о бывшем студенте Института гражданских инженеров Константина Савинова Олешкевича, 1895 г. // ГА РТ, Ф.199, Оп.2, Д. 50. [The case of a former student of the Institute of Civil Engineers Konstantin Savinov Oleshkevich, 1895 // GA RT, F.199, Op.2, D. 50]
19. Андреев Д.А. «И вот общественное мненье»: слухи и тексты в борьбе за определение курса нового царствования в конце 1894- начале 1895 г. // Вестник ПСТГУ. 2020. Вып. 95. С. 33-52. DOI: 10.15382/sturII202095.33-52. [Andreev D.A. "And here is the public opinion": rumors and texts in the struggle to determine the course of the new reign at the end of 1894- beginning of 1895 // Vestnik PSTGU. 2020. Issue 95. P. 33-52. DOI: 10.15382/sturII202095.33-52.]
20. Zolotareva M. Regulating architectural and civil engineering process in Russia in the 18th – the beginning of the 20th century. // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2019. Vol. 687. Issue 5. DOI: 10.1088/1757-899X/687/5/055047
21. Золотарева М.В. Реформы управления строительством в XIX века в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2021. № 11. С. 78–88. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-11-78-88. [Zolotareva M.V. Reforms of construction management in the XIX century in Russia // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2021. № 11. P. 78-88. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-11-78-88.]

Информация об авторах

Агафонова Арина Эдуардовна, магистрант, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация.
Email: arinaanishchenko@mail.ru

Мухитов Ринат Киямович, доцент, кандидат архитектуры, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Российская Федерация.
Email:mukhitov@list.ru

Information about the authors

Arina E. Agafonova, graduate student, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: arinaanishchenko@mail.ru
Rinat K. Mukhitov, Associate Professor, PhD in Architecture, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation
Email: mukhitov@list.ru.

УДК: 728.5.05
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_186
EDN: VITUQH

Архитектурно-планировочные особенности проектирования экологических отелей.

А.А. Бадави[1]
[1]Южный федеральный университет. Академия архитектуры и искусств,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи.* Главной проблемой проектирования и строительства экологических отелей можно назвать отсутствие единого подхода в научной литературе и на практике к определению данного типа гостиниц. Большое число гостиниц, называющих себя экологическими отелями, по сути таковыми не являются, так как не соответствуют принципам эко-устойчивой архитектуры. Цель работы заключается в выявлении архитектурно-планировочных особенностей экологических отелей. Задачами исследования являются: изучение современного опыта проектирования экологических отелей; выявление типологической структуры экологических отелей; выявление основных планировочных характеристик экологических отелей; выявление основных принципов проектирования экологических отелей.
Результаты. В работе представлены результаты исследования архитектурно-планировочных особенностей экологических отелей на основании проведенного анализа современного опыта проектирования и строительства таких гостиниц.
Выводы. Значимость полученных результатов для архитектурной науки состоит в том, что впервые выявлены типологическая структура, основные характеристики и принципы проектирования экологических гостиниц.

Ключевые слова: экологические отели, малые гостиницы, глэмпинги, устойчивая архитектура, архитектурно-планировочные особенности, типологическая структура, принципы проектирования.

Для цитирования: Бадави А.А., Архитектурно-планировочные особенности проектирования экологических отелей // Известия КГАСУ. 2023. №1 (63). с.186-195,
DOI: 10.52409/20731523_2023_1_186, EDN: VITUQH

Architectural and planning features of designing ecological hotels.

A.A. Badavi[1]
[1]Academy of architecture and arts. Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract: *Problem statement.* The main problem in the design and construction of ecological hotels can be called the lack of a unified approach in the scientific literature and in practice to the definition of this type of hotel. A large number of hotels that claim to be eco-friendly are, in fact, not, as they do not comply with the principles of sustainable architecture. The work is aimed at pointing out the architectural and planning features of ecological hotels. The objectives of the research are: to study the modern experience of designing ecological hotels; identification of the typological structure of ecological hotels; identification of the main planning characteristics of ecological hotels; identification of the basic principles of designing ecological hotels.

Results. The paper presents the results of a study of the architectural and planning features of ecological hotels based on the analysis of modern experience in the design and construction of such hotels.
Conclusions. The significance of the results obtained for the architectural science lies in the fact that it is the first time when the typological structure, planning characteristics and basic principles of designing ecological hotels were revealed.

Keywords: ecological hotels, small hotels, glampings, sustainable architecture, architectural and planning features, typological structure, design principles.

For citation: Badavi A.A. Architectural and planning features of designing ecological hotels // News KSUAE. 2023. № 1(63), p. 186-195, DOI: 10.52409/20731523_2023_1_186, EDN: VITUQH

1. Введение

В последние годы в мире наблюдается значительный рост численности отелей, называющихся экологическими, однако на практике такие гостиницы зачастую оказываются очень разными [1,2]. Понятие экологический отель или экологическая гостиница трактуется в разных источниках немного по-разному [3-6], однако проанализировав мировой опыт проектирования и строительства эко-отелей, можно выделить два основных направления: гостиницы для экологического туризма и обычные гостиницы, построенные вдали от поселений преимущественно с использованием природных материалов.

В России сегодня также наблюдается активный рост количества экологических гостиниц или эко-отелей, они все относятся к категории малых гостиниц (вместимостью до 100 человек) [7-10]. Такие гостиницы расположены в разных, зачастую труднодоступных уголках нашей страны. В последние годы активно рассматривается на законодательном уровне возможность застройки эко-отелями особо охраняемых природных территорий [11,12]. Хотя степень использования экологичных технологий и влияния на окружающую среду в них различна. Иногда они выполнены в виде единого комплекса, иногда – в виде сети коттеджей.

Сегодня в мире в целом большое внимание уделяется экологии. В туристической отрасли активно развивается направление устойчивого (sustainable) или экологического туризма [2]. К числу его основополагающих принципов, изложенных на сайте всемирной туристической организации [13], можно отнести следующие:

1. Оптимальное и бережное использование любых природных ресурсов, сохранение природных экосистем.
2. Сохранение социокультурной идентичности, культурного наследия и традиций сообществ, принимающих туристов.
3. Организация долгосрочных экономических связей, способствующих росту благосостояния принимающих сообществ.

Всем вышеперечисленным требованиям соответствует устойчивая (sustainable) архитектура, основные принципы которой: максимальное применение экологических и энергоэффективных технологий и учёт социально-культурных особенностей места проектирования [14]. В устойчивой архитектуре выделяется два основных подхода: «Первый подход – активное включение в архитектуру всех новейших технологических разработок по энергоэффективности, умному управлению зданием, использованию новейших материалов. Второй подход заключается в применении объемно-пространственных и архитектурных методов, влияющих на энергопотребление и ресурсосбережение, а также в максимальном использовании естественных, а не механических способов работы инженерных систем» [15].

Целью работы является изучение архитектурно-планировочных особенностей экологических отелей.

Объектом исследования являются экологические отели. Предмет исследования – типологические и архитектурно-планировочные особенности проектирования экологических отелей.

Задачами исследования являются:

- изучение современного опыта проектирования экологических отелей;
- выявление типологической структуры экологических отелей;
- выявление основных планировочных характеристик экологических отелей;
- выявление основных принципов проектирования экологических отелей.

2. Материалы и методы

Эко-отель (экологический отель) – малая гостиница, построенная по принципам устойчивой экологической архитектуры, ориентированная на устойчивый экологический туризм, расположенная в сельской местности или на особо охраняемой природной территории. Номерной фонд таких гостиниц, как правило, состоит из нескольких коттеджей, или помещений для проживания (палатки, шатры, капсулы и т. д.) [16], но при этом в ней осуществляется гостиничный сервис. Особенностью таких гостиниц является применение современных и традиционных экологичных материалов, не наносящих вред окружающей среде, использование возобновляемых источников энергии и воды, применение прочих экологичных, современных или, наоборот, традиционных строительных технологий. Такие гостиницы, как правило, имеют вместимость до 50 человек и располагаются в самых разных странах и частях света, однако прослеживаются общие тенденции в их проектировании.

В исследовании был проанализирован современный опыт проектирования и строительства экологических отелей с помощью методов системного анализа на основании данных различных электронных систем бронирования гостиниц (Booking [17], 101hotels.com [18], znaimesta.ru [19] и glampi.ru [20]), сайтов туристических организаций (russiadiscovery.ru [21] и unwto.org [13]), а также сайтов различных гостиниц экологической направленности [22, 23-26]. В исследовании приведены примеры как зарубежного, так и российского опыта проектирования и строительства экологических отелей.

3. Результаты и обсуждение

В качестве первого типа экологических отелей можно выделить отели, построенные с учётом культурных традиций места проектирования, с применением технологий и материалов народного жилища в сочетании с современными архитектурными формами. Как правило, такие отели представляют собой сеть коттеджей, в каждом из которых располагается 2-х – 4-х местный номер и иногда включают в себя ещё общественный блок. При этом в таких отелях в номерах присутствуют все необходимые удобства, соответствующие классу гостиниц. Примерами эко-отелей в традиционном стиле народного жилища могут служить отель Beehouse Dijiwa в Индонезии, отель NANNAI в Бразилии, отель Blue Wave Ras Shitan в Египте (рис. 1).

а) б) в)

Рис.1. Эко-отели в традиционном стиле:
а) Отель Beehouse Dijiwa Ubud Jl. Sawah Indah Peliatan, Убуд, Индонезия [17]; б) Отель NANNAI Muro Alto Beach, Порту-де-Галиньяш, Бразилия [17]; в) Отель Blue Wave Ras Shitan, Нувейба, Египет [17]

Fig.1. Eco-hotels in traditional style:
a) Beehouse Dijiwa Ubud Jl. Sawah Indah Peliatan, Ubud, Indonesia [17]; b) Hotel NANNAI Muro Alto Beach, Porto de Galinhas, Brazil [17]; c) Blue Wave Ras Shitan Hotel, Nuweiba, Egypt [17]

Следующим типом экологических отелей, расположенных в разных странах и климатических поясах могут служить купольные конструкции, выполненные из сборно-разборных каркасов с плёнками или остеклением, направленные на единение человека с природой и использующие максимальное количество современных материалов и энергоэффективных технологий. В каждом куполе располагается 2х-3х местный номер, как правило, с возможностью размещения дополнительного места и санузла. Гостиница обычно представляет собой несколько купольных номеров и один или несколько больших куполов с размещением обслуживающих функций: питание, досуг, администрация и т. д. В качестве примеров можно выделить отель Экокамп-Патагония в Чили, отель Kakslauttanen в Финляндии, отель La Villa Guatavita Tomine de lndios Finca El Recuerdo в Колумбии (рис. 2).

Рис. 2. Купольные эко-отели:
а) Отель Ecocamp Patagonia, Pa Nacional Torres del Paine, Торрес-дель-Пайне, Чили [17]; б) Отель Kakslauttanen Arctic Resort, г. Саариселькя, Финляндия [17]; в) Отель La Villa Guatavita Tomine de lndios Finca El Recuerdo, Гуатавита, Колумбия [17]
Fig. 2. Dome eco-hotels:
a) Hotel Ecocamp Patagonia, Pa Nacional Torres del Paine, Torres del Paine, Chile [17]; b) Hotel Kakslauttanen Arctic Resort, Saariselkä, Finland [17]; c) Hotel La Villa Guatavita Tomine de lndios Finca El Recuerdo, Guatavita, Colombia [17]

В России сегодня тоже от Кольского полуострова до Крыма появляются такие купольные эко-отели (рис. 3). Как правило, они состоят из 5-15 купольных конструкций, в которых расположены номера и одной купольной конструкции большего размера с общественным обслуживанием. Такие гостиницы часто расположены в уединенных труднодоступных местах: отель «Невероятный север», Кольский полуостров, Россия; отель Экоцентр Заповедный, Крым, Россия.

Рис. 3. Купольные эко-отели в России:
а) Отель «Невероятный север», Кольский полуостров, Россия [20]; б) Отель Экоцентр Заповедный, Мысовское сельское поселение, Ленинский район, Республика Крым [22]. в) Отель Экоцентр Заповедный, Мысовское сельское поселение, Ленинский район, Республика Крым [22]
Fig. 3. Dome eco-hotels in Russia:
a) Hotel "Incredible North", Kola Peninsula, Russia [20]; b) Hotel Ecocenter Zapovedny, Mysovskoye rural settlement, Leninsky district, Republic of Crimea [22]. c) Hotel Ecocenter Zapovedny, Mysovskoye rural settlement, Leninsky district, Republic of Crimea [22]

Далее можно выделить тип экологических отелей на сваях, встречающийся в лесной и горной местности, как правило, выполненный из дерева и минимально воздействующий на грунт и существующие экосистемы, с максимальным

использованием энергоэффективных технологий. В качестве примеров можно отметить отель Лесная сказка в Казахстане, отель Zimnya Glamping Guatavita Vereda Montecillo в Колумбии, отель Andes Glamping Guatavita в Колумбии (рис. 4).

а) б) в)

Рис. 4. Эко-отели на сваях:
а) Отель Лесная сказка, Ile Alatau, Almaty region Бескайнар, Казахстан [17]; б) Отель Zimnya Glamping Guatavita Vereda Montecillo, finca Quinta Real Vereda Montecillo, Гуатавита, Колумбия[17]; в) Andes Glamping Guatavita - Bogota Lote La Esperanza, Vereda Montecillo, Гуатавита, Колумбия [17]
Fig. 4. Eco-hotels on piles:
a) Lesnaya Skazka Hotel, Ile Alatau, Almaty region Beskainar, Kazakhstan [17]; b) Hotel Zimnya Glamping Guatavita Vereda Montecillo, finca Quinta Real Vereda Montecillo, Guatavita, Colombia[17]; c) Andes Glamping Guatavita - Bogota Lote La Esperanza, Vereda Montecillo, Guatavita, Colombia [17]

Интересным примером такого типа отелей, построенных в России, может служить Горный глэмпинг Закан в Карачаево-Черкесской Республике. Он включает в себя как несколько коттеджей, расположенных на деревянных сваях, «домик на дереве», несколько шатров и обслуживающую инфраструктуру (общественное питание, баня, прокат инвентаря, административный блок) (рис. 5).

а) б) в)

Рис. 5. Эко-отели на сваях в России:
а) Домик на дереве, Горный глэмпинг Закан Карачаево-Черкесская Республика, Урупский район, урочище Закан [19]; б) Альпийский домик, Горный глэмпинг Закан Карачаево-Черкесская Республика, Урупский район, урочище Закан [19]; в) Баня, Горный глэмпинг Закан Карачаево-Черкесская Республика, Урупский район, урочище Закан [19]
Fig. 5. Eco-hotels on piles in Russia:
a) Tree house, Mountain glamping Zakan Karachay-Cherkess Republic, Urupsky district, Zakan tract [19]; b) Alpine house, Mountain glamping Zakan Karachay-Cherkess Republic, Urupsky district, Zakan tract [19]; c) Banya, Mountain glamping Zakan Karachay-Cherkess Republic, Urupsky district, Zakan tract [19]

Ещё один тип эко-отелей – сеть небольших коттеджей и отдельные строения с обслуживающей функцией, как правило, из дерева и металла, расположенных вдали от поселений, также активно использующих современные энергоэффективные технологии и выполненные в современной архитектурной стилистике (рис. 6). Примерами таких экологических отелей являются: эко-отель Алтика, Республика Алтай, Россия; эко-отель Веточка, Тверская область, Россия, отель Mökki и Mänty, Ленинградская обл., Россия.

а) б) в)

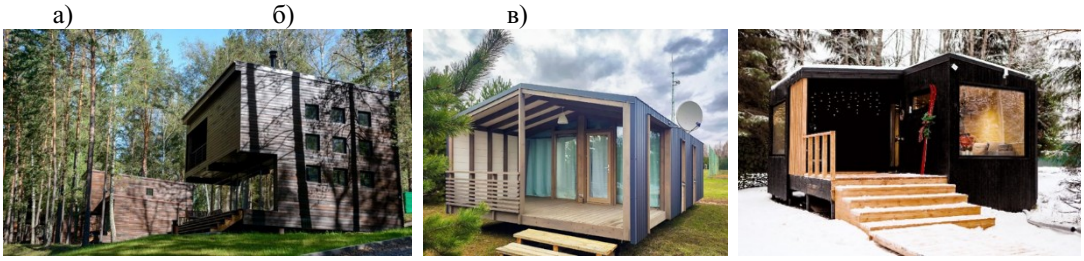


Рис. 6. Эко-отели в современной стилистике:
а) Эко-отель Алтика, Горно-Алтайск, Республика Алтай, Россия [18]; б) Эко-отель Веточка пос. Устье, Тверская область, Россия [18]; в) Отель Mökki и Mänty, Ленинградская обл., р-н Кингисеппский, д. Сягло [20]
Fig. 6. Eco-hotels in modern style:
a) Eco-hotel Altika, Gorno-Altaysk, Republic of Altai, Russia [18]; b) Eco-hotel Vetochka pos. Ustye, Tver region, Russia [18]; c) Hotel Mökki and Mänty, Leningrad region, Kingiseppsky district, village Syaglo [20]

Следующим очень распространённым типом экологических отелей можно назвать глэмпинги. Глэмпинг – это и вид экологического туризма, но с высоким уровнем комфорта, и также малая гостиница, отличительной особенностью которой является тип номерного фонда. Номера здесь представлены всегда в виде временных сооружений – тентов, палаток, шатров, капсул, каркасных сфер и т. д. Таким образом, их можно трансформировать и легко перемещать с места на место. Тем не менее, в глэмпинге гостям предоставляется минимальный перечень гостиничных услуг: питание, уборка, возможность приготовления пищи, охрана, прокат инвентаря и т. д. Глэмпинги всегда располагаются в сельской местности либо даже иногда на особо охраняемой природной территории (рис. 7). Глэмпинги расположены по всему миру и также имеют вместимость до 50 человек. В качестве примеров глэмпингов можно привести: отель Glamping tent Rovinj в Хорватии; отель Under Canvas Acadia в США, отель Hôtel UNIQ - Domaine Saint-Bernard в Канаде.

а) б) в)

Рис. 7. Глэмпинги:
а) Отель Glamping tent Rovinj Ulica Porton Biondi, Ровинь, Хорватия [17]; б) Отель Under Canvas Acadia, Surry Road, Surry, США [17]; в) Отель Hôtel UNIQ - Domaine Saint-Bernard, Chemin Saint Bernard, Мон-Трамблан, Канада [17]
Fig. 7. Glampings:
a) Hotel Glamping tent Rovinj Ulica Porton Biondi, Rovinj, Croatia [17]; b) Hotel Under Canvas Acadia, Surry Road, Surry, USA [17]; c) Hôtel UNIQ - Domaine Saint-Bernard, Chemin Saint Bernard, Mont-Tremblant, Canada [17]

В России в последние годы, появилось много глэмпингов, такой тип гостиниц оказался достаточно востребованным. Так как глэмпинги не являются капитальными строениями, такой тип малых гостиниц лучше всего подходит для размещения поблизости или непосредственно на особо охраняемых природных территориях. Основная концепция глэмпингов – максимальное единение с природой, при этом сохраняя определённый уровень комфорта (рис. 8, 9). Примерами интересных российских глэмпингов являются: глэмпинг «Хюгге Кэмп» в Карелии, глэмпинг «Доброе» в Краснодарском крае, глэмпинг «Лес и море» в Алтайском крае, глэмпинг «Поляна» в Калининградской области.

а) б) в)

Рис. 8. Глэмпинги в России:
а) Глэмпинг «Хюгге Кэмп», Республика Карелия, Лахденпохский район, посёлок Парконмяки [23]; б) Глэмпинг «Доброе», Россия, Краснодарский край, государственный природный заповедник Утриш [24]; в) Глэмпинг «Доброе», Россия, Краснодарский край, государственный природный заповедник Утриш [24]
Fig. 8. Glampings in Russia:
a) Glamping Hygge Camp, Republic of Karelia, Lakhdenpokhsky district, Parkonmyaki settlement [23]; b) Dobroe Glamping, Russia, Krasnodar Territory, Utrish State Nature Reserve [24]; c) Dobroe Glamping, Russia, Krasnodar Territory, Utrish State Nature Reserve [24]

а) б)

Рис. 9. Глэмпинги в России:
а) Глэмпинг «Лес и море», Россия, Алтайский край, Кош-Агачский район [25]; б) Глэмпинг Polyana, Калининградская область, пос. Лесной, территории национального парка «Куршская коса» [26]
Fig. 9. Glampings in Russia:
a) Glamping "Forest and Sea", Russia, Altai Territory, Kosh-Agachsky District [25]; b) Glamping Polyana, Kaliningrad region, pos. Lesnoy, territory of the Curonian Spit National Park [26]

4. Заключение

1. К особенностям современного опыта проектирования и строительства экологических отелей можно отнести: малую вместимость, как правило, до 50 человек; расположение на свободной или особо охраняемой природной территории вдали от поселений; ориентацию на экологический туризм.
2. Типологическая структура экологических отелей включает следующие типы гостиниц: отели, построенные с учётом культурных традиций места проектирования с применением традиционных материалов; отели, представляющие собой купольные конструкции; отели на сваях, минимально воздействующие на грунт и существующие экосистемы; отели, выполненные в виде сети небольших коттеджей в современной архитектурной стилистике; глэмпинги, представляющие собой временные сооружения – тенты, палатки, шатры, капсулы, каркасные сферы.
3.К числу основных архитектурно-планировочных особенностей экологических отелей относятся такие характеристики как: активное применение экологичных и энергосберегающих технологий, бережное отношение к культурным традициям места проектирования, применение экологичных природных материалов (в основном дерево), применение временных и трансформируемых сооружений (оболочки, пленки, тенты, разборные деревянные каркасы), минимальное количество капитальных строений.

4. Основные принципы проектирования экологических отелей это - погружение человека в природу с сохранением определённого уровня комфорта, бережное отношение человека к природе и культурным традициям местоположения гостиниц, максимальное использование альтернативных возобновляемых источников энергии. В дальнейшем исследовании архитектурно-планировочных особенностей экологических отелей целесообразно провести анализ возможных планировочных решений их номерного фонда.

Список литературы / References

1. Антюфеев А.В. Архитектурно-градостроительные предпосылки развития экологического туризма в Волгоградской области // Ежегодная научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава и студентов ВолгГАСУ материалы: в 3-х частях. 2008. С. 32-34 [Antyufeev A.V. Architectural and Urban Planning Prerequisites for the Development of Ecological Tourism in the Volgograd Region // Annual scientific and practical conference for academic teaching staff and students of VolgGASU proceedings: in 3 parts. 2008. P. 32-34]
2. Мартынова В.А. Экологические отели как современный тренд сферы сервиса и туризма // Материалы X международной научно-практической конференции Экологическое равновесие: геоэкология, краеведение, туризм. Санкт-Петербург, 2021. С. 99-102 [Martynova V.A. Ecological hotels as a modern trend in the sphere of service and tourism // proceedings of the X International Scientific and Practical Conference Ecological balance: geoecology, local history, tourism. St. Petersburg. 2021.P. 99-102.]
3. Горгорова Ю.В., Пелецкая Е.А. Учет фактора сезонности в архитектуре гостиниц Черноморского побережья Краснодарского края // Инженерный вестник Дона. 2020. № 6 [Электронный ресурс]. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_32__5_gorgorova_peletskaya.pdf_2b850f2919.pdf (дата обращения: 17.07.2022) [Gorgorova Yu.V., Peletskaya E. A. Accounting for the seasonality factor in the architecture of hotels on the Black Sea coast of the Krasnodar Territory / Engineering journal of Don. 2020. Iss. 6. [Electronic resource].URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_32__5_gorgorova_peletskaya.pdf_2b850f2919.pdf (date of treatment: 17.07.2022)]
4. Калмыкова О.С. Экологические отели // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2015. №4. С. 123-126 [Kalmykova O.S. Ecological hotels // Bulletin of young scientists of the St. Petersburg State University of Technology and Design. 2015. Iss. 4. P. 123-126]
5. Taste and Place: The Design Hotels Book. Prestel (May 31, 2022). 352 p.
6. Ronstedt M., Frey T. Construction and Design Manual Hotel Buildings. Berlin: DOM publishers, 2014. 304 p.
7. Туристские услуги. Гостиницы и другие средства размещения туристов. Термины и определения. [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 53423-2009 (ИСО 18513:2003) Дата введения 2010-07-01 Доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт». URL: http://docs.cntd.ru/document/1200075998 [Tourist services. Hotels and other tourist accommodation facilities. Terms and Definitions. [Electronic resource]: GOST R 53423-2009 (ISO 18513:2003) Introduction date 2010-07-01 Access from the electronic fund of legal and regulatory technical documentation "Techexpert". URL: http://docs.cntd.ru/document/1200075998]
8. Позднякова А.И. Современный опыт развития малых гостиниц в России и зарубежом // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. Москва, 2020 Т 14, №2 (2). С. 107-112 [Pozdnyakova A.I. Modern experience in the development of small hotels in Russia and abroad // Bulletin of the association of universities of tourism and service. Moscow. 2020 Vol. 14. Iss. 2 (2). P. 107-112.]
9. Badavi A.A., Molchanov V.M. Current trends in the small hotels' social and functional structure organization // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 913, [Электронный ресурс]. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/913/3/032034/pdf (date of treatment: 17.07.2022).

10. Badavi A.A., Molchanov V.M. Particularities of Formation of Architectural Typology of Small Hotels in the South of Russia // Journal of Environmental Management and Tourism. 2019. Vol. 10. Iss. 8 (40). [Электронный ресурс]. URL: http://journals.aserspublishing.eu/jemt/article/view/4393/ (date of treatment: 17.07.2022).
11. Grishina M., Medyanik Yu., Rakhmatulina E., Matveeva E., Khayrulina A., ALBINA Assessment of urban planning concepts for the development of post-industrial cities // E3S WEB OF CONFERENCES. 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE - 2021). Vol. 274. France, 2021, [Электронный ресурс]. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/50/e3sconf_stcce2021_01026/e3sconf_stcce2021_01026.html (date of treatment: 30.11.2022).
12. Dembich A., Zakirova Y., and Latypova M., Resources and Opportunities for the Functional and Spatial Development of the Kama Agglomeration // // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1079, [Электронный ресурс]. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1079/3/032026/pdf (date of treatment: 30.11.2022).
13. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.unwto.org/sustainable-development, свободный – (17.07.2022).
14. Pfammatter U., Behnisch St. Building for a Changing Culture and Climate. World Atlas of Sustainable Architecture. Berlin: DOM publishers, 2022. 584 p.
15. Ремизов А. Н. Стратегия развития экоустойчивой архитектуры в России // «Устойчивая архитектура: настоящее и будущее». Труды международного симпозиума. 17–18 ноября 2011 г. Научные труды Московского архитектурного института (государственной академии) и группы КНАУФ СНГ. М., 2012 [Remizov A. N. Strategy of the development of sustainable architecture in Russia // "Sustainable architecture: present and future". Proceedings of the International Symposium. November 17-18, 2011. Scientific works of the Moscow Institute of Architecture (State Academy) and the KNAUF CIS group. M., 2012]
16. Бадави А.А. Архитектурно-планировочные решения номеров малых гостиниц // Вестник ВолгГАСУ. 2021. №2 (83). С. 137-155 [Badavi A.A. Architectural and planning solutions for small hotel rooms // Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture. 2021. Iss. 2 (83). P. 137-155]
17. Отели, авиабилеты, автомобили в аренду и другие варианты жилья // Booking.com: ежедн. интернет-изд. 2022. URL: https://www.booking.com.html (дата обращения:17.07.2022). [Hotels, plane tickets, car rent and other options of accommodation // Booking.com: everyday online media. 2022. URL: https://www.booking.com.html (reference date:17.07.2022)]
18. Лучшие отели, базы отдыха, хостелы и другое жильё. Бронирование гостиниц бесплатно // 101hotels.com: ежедн. интернет-изд. 2022. URL: https://101hotels.com.html (дата обращения:17.07.2022). [The best hotels, resorts and other kinds of accommodation. Booking hotels for free // 101hotels.com: everyday online media. 2022. URL: https://101hotels.com.html (reference date:17.07.2022)]
19. Знай места. Поиск загородного отдыха // znaimesta.ru: ежедн. интернет-изд. 2022. URL: https://znaimesta.ru/kuda-poehat/kompleksy-dlya-otdyha/kemping-zakan.html (дата обращения:17.07.2022). [You know the places. The search of a country rest // znaimesta.ru: everyday online media. 2022. URL: https://znaimesta.ru/kuda-poehat/kompleksy-dlya-otdyha/kemping-zakan.html (reference date:17.07.2022)]
20. Поиск глэмпингов и эко-отелей // glampi.ru: ежедн. интернет-изд. 2022. URL: https://glampi.ru/catalog/glempings/m-kki-i-m-nty-mokki-i-monti-.html (дата обращения:17.07.2022). [The search of glampings and eco-hotels // glampi.ru: everyday online media 2022. URL: https://glampi.ru/catalog/glempings/m-kki-i-m-nty-mokki-i-monti-.html (reference date:17.07.2022)]
21. Приключения и открытия в России // russiadiscovery.ru: ежедн. интернет-изд. 2022. URL: https://www.russiadiscovery.ru/tours/kolskiy-poluostrov-ekspeditsiya-na-sever.html (дата обращения:17.07.2022). [Adventures and discoveries in Russia // // russiadiscovery.ru: everyday online media. 2022. URL:

https://www.russiadiscovery.ru/tours/kolskiy-poluostrov-ekspeditsiya-na-sever.html (reference date:17.07.2022)]
22. Глэмпинг заповедный мыс. Крым. Заповедник. Казантип // заповедный мыс.рф: ежедн. интернет-изд. 2022. URL: https://заповедныймыс.рф.html (дата обращения:17.07.2022). [Reserve cape glamping. The Crimea. Reserve. Kazantip// заповедный мыс.рф: everyday online media. 2022. URL: https://заповедныймыс.рф.html (date of address:17.07.2022)]
23. Хюгге Кэмп. Глэмпинг в Карелии // hyggecamp.ru: ежедн. интернет-изд. 2022. URL: https://hyggecamp.ru.html (дата обращения:17.07.2022). [Hugge Camp. Glamping in Karelia // hyggecamp.ru: everyday online media. 2022. URL: https://hyggecamp.ru.html (reference date: 17.07.2022)]
24. Глемпинг Доброе. Заповедник Большой Утриш // dikari.com: ежедн. интернет-изд. 2022. URL: https://dikari.com.html (дата обращения:17.07.2022). [Dobroye glampinng. Big Utrish reserve // dikari.com: everyday online media. 2022. URL: https://dikari.com.html (reference date:17.07.2022)]
25. Алтай. Лес и море. Невероятный лагерь в невероятном месте // altay.lesimore.com: ежедн. интернет-изд. 2022. URL: https://altay.lesimore.com.html (дата обращения:17.07.2022).ef [Altay. Forest and sea. Incredible camp in incredible place // altay.lesimore.com: everyday online media. 2022. URL: https://altay.lesimore.com.html (reference date:17.07.2022)]
26. Polyana Glamping // polyanaglamping.com: ежедн. интернет-изд. 2022. URL: https://polyanaglamping.com.html (дата обращения:17.07.2022). [Polyana Glamping // polyanaglamping.com: everyday online media 2022. URL: https://polyanaglamping.com.html (date of address: 17.07.2022)]

Информация об авторах

Бадави Анна Александровна, старший преподаватель, Южный федеральный университет, Академия архитектуры и искусств, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
E-mail: aabadavi@sfedu.ru

Information about the authors

Anna A. Badavi, senior teacher, Academy of architecture and arts, Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation
E-mail: aabadavi@sfedu.ru

Журнал «Известия КГАСУ» выходит 4 раза в год, тиражом 500 экз. Журнал является подписным изданием и включен в подписной каталог ГК «Урал - Пресс», индекс издания – 36939.

Авторы, являющиеся членами редакционной коллегии и (или) подписчиками журнала, имеют преимущественное право на опубликование своих статей.

Научные статьи в полном объеме также размещаются на официальном сайте журнала Известия КГАСУ http://izvestija.kgasu.ru. Электронное периодическое издание (ЭПИ) http://izvestija.kgasu.ru (Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77-31046 от 25.01.2008г.).

СТАТЬИ ПУБЛИКУЮТСЯ БЕСПЛАТНО.

Все материалы направлять по адресу:
420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1, комн. 79
Отдел Информационно-аналитического сопровождения НИР
Телефон (843) 510-46-39
Email: patent@kgasu.ru.

Известия КГАСУ
2023г., № 1(63)

Гл. редактор: Низамов Р. К.
Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Макет и редактирование: Кареева Ю.Р.

Адрес редакции: 420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1, комн. 79
Тел. для справок: (843) 510-46-39
Адрес издателя: 420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1, комн. 79

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Электронное периодическое издание: http://izvestija.kgasu.ru
Регистр. Эл. № ФС 77-31046 от 25.01.2008г.

Подписной каталог ГК Урал-Пресс
Индекс издания – 36939

Распространение: свободная цена

Подп. к печати 30.03.2023 Формат 60×84/8
Заказ №33 Бумага тип. №1
Усл.-печ. л 24,6 Уч.-изд. л. 25,2
Тираж 500 экз.
I завод – 100

Дата выхода в свет: 31.03.2023г.

Отпечатано в Издательстве КГАСУ: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1