

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 2019 г., № 1 (47)

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

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Рольф Катценбах, д-р техн. наук, проф. (Германия);	Фишер Х.-Б., доктор-инженер (Германия);
Фиговский О.Л., д-р техн. наук, проф., член Европейской АН, иностранный член РААСН (Израиль);	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 за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-25136 от 20 июля 2006 г.). Включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», индекс издания – 36939.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1, ком. 79
Тел. (843) 510-46-39, факс (843) 238-37-71
E-mail: patent@kgasu.ru Сайт: <http://izvestija.kgasu.ru>

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 of the KSUAE
2019, № 1 (47)

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

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

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

THE FOUNDER AND THE PUBLISHER:

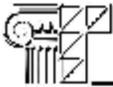
FSBEI of HE «Kazan State University of Architecture and Engineering»

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 Federal agency on surveillance of legislation observance in sphere of mass communications and cultural heritage protection (the certificate on registration PI № FS77-25136, dated July, 20th, 2006). It is included in the all-Russian catalogue of JSC «ROSPECHAT» Agency; subscription number 36939.

EDITORIAL ADDRESS:

420043, Kazan, Zelenaya 1, office 79
Tel. (843) 510-46-39, fax (843) 238-37-71
E-mail: patent@kgasu.ru Web-site: <http://izvestija.kgasu.ru>



ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Ефимов Д.Д., Фахрутдинова И.А. Национальное и интернациональное в архитектуре Татарстана периода советского модернизма 1955-1990 гг.	7
Жандарова А.А., Денисенко Е.В. Историко-теоретические аспекты развития биоархитектуры	18
Князева М.В. Профессиональная деятельность и архитектурное творчество рязанских губернских архитекторов в контексте реализации градостроительной реформы (1780-1860 гг.)	26
Хасанов Р.Р., Киносъян Н.С. Подходы к архитектурно-градостроительной организации набережной им. Табеева в Набережных Челнах	36
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Бикташев А.И., Коломина А.И., Краснобаев И.В. Городские агрофермы как новый тип общественного пространства: совмещение производственного и средообразующего аспектов	46
Буштец Д.В., Забрускова М.Ю. Система общественных пространств на бывших промышленных территориях в срединной зоне города Казани	55
Гафиятуллина А.Ф., Фахрутдинова И.А. Мемориально-ландшафтный парк «Соколиная гора», с разработкой туристического центра в с. Верхний Услон, как новый бренд Республики Татарстан	62
Каримова Л.И., Денисенко Е.В. Принципы формирования архитектурного пространства на водном каркасе	71
Рябов Н.Ф., Кугуракова В.В. Казань как город-генерик. Опыт чтения архитектурных текстов	82
Садыкова А.И., Ахтямова Р.Х. Ресурсосберегающие принципы модернизации в архитектуре серийного жилья	92
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	
Кадыров Т.Э. Проблемы формирования общественных пространств в структуре городских агломераций (на примере Казанской агломерации)	101
Килина Е.Ф., Кукина И.В., Липовка А.Ю. Принципы создания модели развития системы электрического транспорта в городской среде (на примере города Красноярска)	109
Минязова А.Б., Айдарова Г.Н. Подходы и принципы формирования архитектурно-градостроительной среды сельского экотуризма в Тоскане	121
Мухитов Р.К., Мулагалеева З.Р. Формирование градостроительного облика Забулачья г. Казани под влиянием железной дороги	130
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
Кузнецов И.Л., Гайнетдинов Р.Г. Центральный узел верхнего пояса стропильной фермы из стержней холодногнутого профиля	140
Миронова Ю.В., Габдрахманова Л.М. Ветровые воздействия на существующие малоэтажные здания при размещении высотных и многоэтажных зданий в сложившейся застройке	147
Радайкин О.В., Шарафутдинов Л.А. К оценке совместного влияния начальных напряженно-деформированного состояния и силовых трещин на прочность, жесткость и трещиностойкость железобетонных балок, усиленных сталефибробетонной «рубашкой», на основе компьютерного моделирования в ПК «ANSYS»	155
Томилин В.А., Ананьин М.Ю., Красноборов Н.С. Развитие и применение Модуля Климатизированного как современной единицы высокотехнологичного строительства	166
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	
Мирсаяпов И.Т., Шараф Хани М.А. Экспериментальные исследования несущей способности и осадки оснований фундаментов глинистых грунтов при блочных режимных циклических нагрузках	175
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Валеев М.Р., Дюдина А.А., Фатихов А.Р., Зиганшин М.Г. Численные исследования совершенства сжигания газа в топках бытовых теплогенераторов	184
Чичерин С.В., Збараз Л.И. Теплотехническая характеристика квартальной застройки – причина прекратить строительство микрорайонов	194
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	
Талипов Р.А., Клявлин М.С., Бобков О.В., Клявлиева Я.М. Исследование образования сульфидов в анаэробных условиях в жидкой фазе канализационных стоков	207
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Потапова Л.И., Фурер В.Л., Коваленко В.И. Конформационный анализ тиакаликс[4]аренов методом ИК-спектроскопии	215

Фурер В.Л., Коваленко В.И. Изучение колебательных спектров дендримера с концевыми пиразиновыми группами	223
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Коклюгина Л.А., Коклюгин А.В., Гимранов Л.Р., Никифоров Г.А. Современные технологии возведения многоэтажных деревянных домов	231
Хузиахметов Р.А., Кашина С.Г., Хузиахметова К.Р. Исследование обстоятельств падения железобетонной стеновой панели при демонтаже панельного жилого дома	239
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ	
Габдуллин Т.Р., Кашипов Р.Ф. Совершенствование способа укладки тротуарной плитки	250
Мудров А.Г., Мудрова А.А. Самодвижущее устройство для уплотнения дорожного полотна при ремонте	258
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	265



CONTENTS

ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION		
Efimov D.D., Fachrutdinova I.A. National and international component in the architecture of Tatarstan in the period of Soviet modernism 1955-1990		7
Zhandarova A.A., Denisenko E.V. Historical and theoretical aspects of bioarchitecture development		18
Knyazeva M.V. Professional activity and architectural creativity of Ryazan provincial architects in the context of the implementation of urban planning reform (1780-1860)		26
Khasanov R.R., Kinoyan N.S. Approaches for architectural and urban planning organization of the Tabeev embankment in Naberezhnye Chelny		36
HOUSES ARCHITECTURE. THE CREATIVE CONCEPT OF ARCHITECTURAL ACTIVITIES		
Biktashev A.I., Kolomina A.I., Krasnobaev I.V. Urban agricultural farms as a new type of public space: combination of manufacturing and environmental aspects		46
Bushtets D.V., Zabruskova M.Y. The system of public spaces in the former industrial areas in the middle zone of the city of Kazan		55
Gafiyatulina A.F., Fakhrutdinova I.A. Memorial landscape park «Sokolnaya Gora» with the development of the tourist center in the village Upper Uslon 4eas a new brand of the Republic of Tatarstan		62
Karimova L.I., Denisenko E.V. Principles of formation of architectural space on the water framework		71
Ryabov N.F., Kugurakova V.V. Kazan as a generic city. Experience in reading architectural texts		82
Sadykova A.I., Akhtyamova R.Kh. Resource-saving principles of modernization in the architecture of mass housing		92
URBAN DEVELOPMENT, RURAL SETTLEMENTS PLANNING		
Kadyrov T.E. Public spaces organization problems in the structure of urban agglomerations (on the example of Kazan agglomeration)		101
Kilina E.F., Kukina I.V., Lipovka A.Iu. Principles for creating a model for the development of an electric transport system in an urban environment (on the example of the city of Krasnoyarsk)		109
Minyazova A.B., Aidarova G.N. Approaches and principles of the formation of the architectural and urban planning environment of rural ecotourism in Tuscany		121
Mukhitov R.K., Mulagaleeva Z.R. Forming the architectural image of Zabulachye district in Kazan under the influence of the railroad		130
BUILDING STRUCTURES, HOUSES		
Kuznetsov I.L., Gainetdinov R.G. The central node of the upper belt truss from rods cold-formed profile		140
Mironova Iu.V., Gabdrakhmanova L.M. Wind impact on existing low-rise buildings when placing high-rise and multi-storey buildings in the existing buildings		147
Radaykin O.V., Sharafutdinov L.A. On the evaluation of the joint effect of the initial stress-strain state and force cracks on the strength, stiffness and crack resistance of reinforced concrete beams, reinforced with a steel-fiber-concrete «jacket», based on computer simulation in PC «ANSYS»		155
Tomilin V.A., Ananin M.Iu., Krasnoborov N.S. Development and application of the Climatized Module as a modern high-tech construction unit		166
FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES		
Mirsayapov I.T., Sharaf Hani M.A. Experimental studies of bearing capacity and settlement of foundations of clay soils under block regime cyclic loading		175
HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING		
Valeev M.R., Dyudina A.A., Fatikhov A.R., Ziganshin M.G. Numerical investigations of the perfection of gas combustion in the furnaces of domestic heat generators		184
Chicherin S.V., Zbaraz L.I. Thermal performance of quarterly buildings – reason to stop building neighborhoods		194
WATER SUPPLY, SEWERAGE, WATER CONSERVATION CONSTRUCTION		
Talipov R.A., Kljavlin M.S., Bobkov O.V., Kljavlina Ia.M. Study of the formation of sulphides in anaerobic conditions in the liquid phase of sewage		207
BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS		
Potapova L.I., Furer V.L., Kovalenko V.I. Conformational analysis of thiacalix[4]arene by IR-spectroscopy method		215
Furer V.L., Kovalenko V.I. Study of the vibrational spectra of dendrimer with terminal pyrazine groups		223
CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND ORGANIZATION		
Koklyugina L.A., Koklyugin A.V., Gimranov L.R., Nikiforov G.A. Modern technology of construction of multi-storey wooden houses		231

Khuziakhmetov R.A., Kashina S.G., Khuziakhmetova K.R. Investigation of the circumstances of the fall of reinforced concrete wall panel during the dismantling of a panel house	239
ROADS, SUBWAYS, AIRPORTS, BRIDGES AND TUNNELS DESIGN AND CONSTRUCTION	
Gabdullin T.R., Kashipov R.F. Improving the method of laying paving slabs	250
Mudrov A.G., Mudrova A.A. Self-propelled device for sealing of the roadway in the repair	258
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	265



УДК 7201

Ефимов Даниил Дмитриевич

ассистент

E-mail: daniel.efimoff@gmail.com

Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирязова

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Московская, д. 42

Фахрутдинова Инесса Алековна

кандидат архитектуры, доцент

E-mail: fahinessa@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Национальное и интернациональное в архитектуре Татарстана периода советского модернизма 1955-1990 гг.

Аннотация

Постановка задачи. Развиваясь в контексте интернационального характера архитектуры модернизма XX века, региональные архитектурные школы отличались поиском выражения национальной идентичности в собственной модернистской архитектуре через различные средства выразительности. Цель статьи – расширить область знаний теории архитектуры, связанной с формированием региональной архитектуры советского модернизма в Республике Татарстан, определить и охарактеризовать формы ее национального компонента и выяснить значимость «национального» для истории архитектуры России в целом.

Результаты. Анализ теоретических исследований позволил выявить национальный компонент и его характеристики в региональной архитектуре советского модернизма Татарстана.

Выводы. Значимость полученных результатов исследования для архитектуры состоит в расширении знаний в области регионального своеобразия архитектуры Татарстана периода советского модернизма. Дальнейшие разработки в контексте региональной архитектуры могут опираться на опыт теории и практики советской архитектуры в поисках национально-регионального своеобразия.

Ключевые слова: интернациональное, национальное, архитектура советского модернизма, региональная архитектура, национальный компонент, Татарстан, ТАССР.

Введение

На протяжении последних десятилетий в архитектуре современной России наблюдается тенденция к развитию архитектурного направления под названием «регионализм». Формирование современного регионализма базируется на идеях поиска национального в советской архитектуре XX века, продолжающегося и в настоящее время. Смена научных и философских парадигм, тотальная глобализация, массовая культуры и утилитарность привели к появлению в XX веке анонимной архитектуры «стекла и бетона», которая часто формировалась без учета природно-климатических особенностей, местных традиций и социальных факторов отдельных регионов. И сегодня в современной архитектурной практике происходят подобные процессы: с одной стороны, мы всё чаще сталкиваемся с тенденциями глобализации и потери национальной и региональной идентичности, в тоже время идут постоянные поиски в направлении самоидентификации регионов на основе национальных традиций и культур. Таким образом, развитие региональной архитектуры, связанное с устремлением к самобытности местного зодчества в условиях глобального давления мировых архитектурных тенденций, становится эффективным механизмом сохранения национальных традиций, являясь при этом реальным отражением культурного наследия региона. Все возрастающая в настоящее время роль регионов в мировой культурной интеграции отмечается рядом исследователей. Проблемы развития региональной архитектуры освещаются в трудах Г.Н. Айдаровой, Ш.Д. Аскарлова (монография «Метаморфозы регионализма»),

К.В. Бальяна, Г.В. Есаулова, С.П. Заварихина, В.Г. Каркарьяна, М.В. Нащокиной, Н.С. Сапрыкиной, С.М. Шумилкина и других [1-5].

Проблема национального и интернационального в советской архитектуре привлекала пристальное внимание архитекторов, критиков, теоретиков и историков архитектуры на протяжении всей ее истории. Попытки подвести под практические опыты теоретическую платформу делались еще в 1920-е годы, наиболее серьезными были теоретические разработки основ архитектуры и их практическое воплощение у конструктивистов. В частности, как отмечает С.О. Хан-Магомедов в монографии «Архитектура советского авангарда», четкие теоретические взгляды на проблему национальных особенностей в советской архитектуре имели лидеры конструктивистов А.А. Веснин и М.Я. Гинзбург. «Правильно примененный функциональный метод должен дать решение и вопроса национального облика архитектуры, – писал М. Гинзбург. – При решении проблемы национальной архитектуры, должны быть учтены все предпосылки, определяющие современное лицо национальных советских республик: 1) предпосылки многовекового бытового и климатического характера, характера, определяющего индивидуальное национальное лицо республики; 2) предпосылки нового социального уклада, новых форм строящейся жизни и завоеваний современной техники, являющиеся общими и едиными для всего СССР, предпосылки, определяющие нарастание новых общесоюзных сил строящегося социализма... Не выдерживает никакой критики воскрешение старых архитектурных декоративных форм того или иного национального стиля». Здесь определяется соотношение национального и интернационального и делается акцент на учете требований нового социального уклада, местного быта, климата и условий развития техники. Практическое воплощение этой концепции Гинзбург осуществил при строительстве Дома правительства в Алма-Ате и в проекте такого же здания в Махачкале.

В отечественном архитектуроведении теоретические основы взаимодействия «национального» и «интернационального» в архитектуре разработаны Ю.С. Яраловым (монография «Национальное и интернациональное в советской архитектуре»). Период советского модернизма характеризовался попытками совместить интернациональный подход как базовый с требованиями реализации традиций национального своеобразия национальных республик в составе СССР. Этой проблематике посвящены труды И.А. Азизян, А.В. Иконникова («Традиция и новаторство в архитектуре»), В.Л. Хайта, С.О. Хан-Магомедова (монография «Национальное и интернациональное в архитектуре») и др.

В ряде произведений мировых лидеров модернизма можно увидеть архитектурные шедевры, в которых источником для дальнейшего развития архитектуры рассматривались национальные и региональные традиции. Творчество таких архитекторов как А. Аалто [6], А. Люрса, К. Маекава, О. Нимейер [7], Э.Д. Стоун, К. Танге [8], Х.О. Торман – становилось образцом и основой для формирования региональных архитектурных школ по всему миру, включая СССР.

В Татарстане проблема своеобразия современной архитектуры ставилась уже с первых лет Советской власти, в основном на уровне практических решений и с опорой на общую теорию советской архитектуры. Научное изучение особенностей национального стиля велось российскими и татарстанскими исследователями архитектуры: С.С. Айдаровым [2], Г.Н. Айдаровой-Волковой [1, 2], Х.Г. Надыровой [9], Н.Х. Халитовым [10] и другими [11-14]. Большой вклад в разработку проблем национально-регионального своеобразия в архитектуре Татарстана принадлежит С.С. Айдарову [2], одним из первых поднявшему проблему национального своеобразия ТАССР в отечественной теории архитектуры, например на страницах важнейшего архитектурного журнала «Архитектура СССР» за 1981 год, № 7, в статье «Национальное своеобразие в архитектуре автономных республик Средневолжской зоны РСФСР» [2]. Труды Сайяра Ситдиковича Айдарова посвящены актуальным вопросам развития национально-региональных традиций архитектуры Татарстана.

Отдельным аспектам формирования национального стиля в архитектуре посвящены труды архитекторов и исследователей архитектуры Р.Р. Аитова, А.Г. Бикчентаева, Ф.Х. Валеева, Г.Ф. Валеевой-Сулеймановой, И.Г. Гайнутдинова. Проблема «формирования цветовой среды современных сельских населенных мест (на примерах Татарской АССР)» поднимается в кандидатской диссертации Р.Р. Аитова;

изучению национальных истоков монументально-декоративного искусства ТАСССР посвящены монографии Ф.Х. Валеева «Народное декоративное искусство Татарстана», Г.Ф. Валеевой «Монументально-декоративное искусство Советской Татарии»; проблемы формирования национальной архитектуры в СССР в 1920-1950-е годы на примере Казани изучаются М.М. Искандаровым [11]. Диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры Н.С. Киносьян «Творчество архитектора И. Г. Гайнутдинова в контексте национально-региональных традиций» вносит значительный вклад в изучение творческих персоналий региональной советской архитектуры и дает возможность проследить архитектурные, исторические и идеологические процессы, протекающие в середине XX века в архитектуре Среднего Поволжья, а также установить региональные особенности казанской архитектурной школы [12, 13].

Истоки национального в архитектуре советского модернизма Татарстана

Национальные особенности российской архитектуры, как отмечал Ю. Яралов в монографии «Национальное и интернациональное в советской архитектуре», складывались под влиянием ряда факторов:

- долговременно действующих, включающих в себя природно-географические условия, климат, строительные материалы;
- социально-экономическая и историческая среда, строительные и художественные традиции, развитие техники и др. (Эти конкретные условия существенно больше влияли на выработку и своеобразие типов общественных зданий, чем жилых);
- субъективные факторы (проявившиеся в творчестве как народных, так и профессиональных мастеров архитектуры);
- менталитет народа, включающий в себя своеобразие вкусов, представлений и критериев оценок произведений архитектуры;
- синтез искусств.

Еще с древности складывались конструктивные системы, которые на протяжении веков приобретали национальную характерность. Одинаковые конструктивные типы и приемы в каждом конкретном случае, в зависимости от условий – места строительства, материалов, эстетических требований, – приобретали те или иные национальные формы, ту ли иную образную характеристику.

Анализ объектов архитектуры советского модернизма показывает, что кроме основной интернациональной, рационалистической линии развития модернистской архитектуры, в советском модернизме проявились регионализм, экспрессионизм и различные антифункциональные направления. Благодаря невероятно масштабному распространению советского модернизма (на 1/6 части суши – по всей территории СССР), помноженному на огромное национальное многообразие Советского Союза в архитектуре этого периода можно найти многочисленные примеры «национальных проявлений» в объектах, расположенных в современной России и на территории всех бывших Союзных республик.

В архитектуре Татарской АССР данного периода также повсеместно создаются общественные здания, главным образом выражающие утилитарные, функционально-конструктивные стороны. Тем не менее, в среде застройки, отвечающей новым требованиям, появляются сооружения, отражающие своеобразие нашего региона за счет фрагментарного использования художественных панно на местную тематику, а также объемно-пространственных форм, гармонично вписанных архитекторами и художниками в контекст городской среды посредством синтеза искусств.

Архитектура Татарстана периода советского модернизма приобретает в своем развитии уникальное национально-региональное своеобразие трактовки стиля за счет включения местных «генетико-стилистических компонентов», выявленных академиком архитектуры С.С. Айдаровым [2]. В своих теоретических работах Сайяр Ситдикович определяет, что генетические основы развития архитектуры Татарстана, проявились со времени зарождения местной государственности в рамках непрерывного и последовательного формирования пяти основных генетико-стилистических направлений:

1. Местный региональный компонент – охватывает сооружения в основном деревянной конструкции, возникает на территории всей лесостепной полосы Восточной Европы, с глубокой древности;

2. Евразийский степной компонент;
3. Центрально-восточный компонент (ближне-средневосточный компонент проник в Волжскую Булгарию из Арабского Халифата в связи с принятием ислама);
4. Европейско-русский компонент – с сер. 16 в.;
5. Интернациональный компонент [2].

Национальный компонент в архитектуре советского модернизма Татарстана на примере общественных зданий Казани и Набережных Челнов

В период со второй половины 1950-х гг. в архитектуре Казани был начат поиск прогрессивных принципов национальной архитектуры. В этом аспекте заслуживают особого внимания работы И.Г. Гайнутдинова (автора здания театра оперы и балета им. М. Джалиля, 1956 г., сочетающего формы классицизма с татарским орнаментальным декором) по использованию принципов формообразования татарской народной усадьбы, а также его научные и теоретические разработки по традиционной татарской майолике и керамике, что позволило поднять на принципиально новый уровень синтез искусств и архитектуры в Казани [12]. В дальнейшем эти поиски И. Гайнутдинов продолжил в здании речного вокзала в Казани.

Речной вокзал в Казани, построенный по проекту архитекторов И.Г. Гайнутдинова, М. Константинова, А. Эстеркина (инж.) в 1957-1962 гг. – является самым ранним общественным зданием периода советского модернизма, отразившим национальное своеобразие Татарстана (рис. 1 а). При отделке фасадов здания было использовано цветное и полированное стекло, цветная штукатурка, керамика. Сухость функционализма «оживилась» путем привлечения средств изобразительного искусства как в экстерьере так и в интерьере: за счет авторских майоликовых композиций-панно, сграфитовых панно и стилизованных решеток в национальной тематике [13].



а)



б)

Рис. 1. Национальный компонент в архитектуре Татарстана периода советского модернизма:
а) Речной вокзал (архит. И.Г. Гайнутдинов, М. Константинов);
б) кассовый павильон железнодорожного вокзала (архит. М.Х. Агишев и др.) [14]

Пригородный вокзал и кассовый зал (М.Х Агишев (арх.), Л.Я. Голосовкер (инж.), художники С.М. Бубеннов, В.К. Федоров, Р. Кильдибеков, 1967 г.) – сооружение, отражающее своеобразие региона за счет использования художественных панно на местную тематику (рис. 1 б). На восточной глухой стене размещено панно «Татария», выполненное художниками-монументалистами С.М. Бубенновым и В.К. Федоровым. Таким образом, национальный компонент часто проявлялся в синтезе архитектуры и монументально-декоративного искусства.



Рис. 2. Национальный компонент в архитектуре Татарстана периода советского модернизма:
 а) Центральный универмаг (архит. С.П. Галанина и др.) [14];
 б) Лабораторный корпус НИАТ (архит. А.Ш. Кереселидзе и др.) (фото автора);
 в) фрагмент здания Дома модельной обуви объединения «Татпошивобувьторг»
 (ныне ТЦ «Тюбетейка», архит. В.С. Токарев, худ. В.А. Ткаченко) [2];
 г) фрагмент интерьера Дома татарской кулинарии (архит. И.Н. Агишева) [2];
 д) фрагмент здания Татарского академического театра им. Г. Камала
 (архит. Г.П. Горлышков, Ю.А. Корнеев) [2], здание бывшего ОК КПСС (арх. Г.М. Пичуев и др.) [14]

Татарский академический драматический театр им. Г. Камала, построенный в 1972-1982 гг. по проекту архитекторов мастерской № 6 московского ЦНИИЭП зрелищных зданий и спортивных сооружений им. Б.С. Мезенцева: Г.П. Горлышкова (рук. авт. коллектива), Ю.А. Корнеева, Ф.М. Евсеева, при участии главного архитектора Казани, М.Х. Агишева, – наиболее приближенное к методу ассоциативного отражения местного национально-регионального своеобразия общественное здание. Расположение театра на берегу овеянного легендами озера Нижний Кабан, привело к символическому решению образа в виде парусного корабля. Символика сооружения подчеркивается двумя рядами протяженных галерей, имитирующих палубы [14]. Национальное – глазурь на крыше, традиционная для восточной архитектуры и использовавшаяся в архитектуре древних Булгар, входы, напоминающие входы в юрты, мозаичный татарский орнамент в нишах на фасаде (рис 2 д). Кроме того, заслуживает внимания оригинальный дизайн зрительного зала и фойе, где в отделке использованы стилизованные «белокаменные» орнаментированные капители и панно, ковка, инкрустация по коже, мозаика, зона буфетов отгораживается от людского потока зимним садиком [2].

Гостиница «Татарстан» с рестораном возводилась по индивидуальному проекту, разработанному архитекторами института «Татгражданпроект» (М.Х. Агишев, И.Н. Агишева, М.Г. Хайруллин, В.А. Сладков, 1970 г.). При строительстве гостиницы широко применялись современные отделочные материалы, в интерьере использованы чеканка, мозаика, каменная штукатурка. Интерьер вестибюля выполнен по эскизам архитектора М.Г. Хайруллина и художника С.М. Бубеннова, создавших мозаичное панно «Гостеприимство». В главном зале ресторана размещено мозаичное панно «Чаепитие» художника В.К. Федорова (рис. 3 а). Интерес представляет ресторанный зал отеля, покрытый оригинальной конструкцией, представляющей собой пространственную структуру размером 118х24 метра, впервые опытно примененную на этом объекте. Подсветка лампами дневного света подчеркивала необычное сочетание несущей конструкции из металлических стержней с гиперболическим заполнением ячеек [2].

Не менее интересно рассмотреть, как проявляется национальный компонент в модернистском городе – «комсомольской стройке», возведенном «с нуля» силами трудовых кадров, приехавших со всего простора Советского Союза. В семидесятые годы в Набережных Челнах появились одни из самых крупных в городе общественных зданий: административных, спортивных и культурно-развлекательных учреждений. Архитекторы В.Н. Нестеренко и А. Газизуллин спроектировали первый в автограде стадион с символическим названием «Строитель», на котором с 1977 года проводятся не только соревнования, но и массовые городские праздники. Многие здания создавались по типовым проектам, к примеру, проект ДК «Энергетик» был до этого дважды реализован в Казани. Тем не менее, в челнинском варианте дворца был изменен фасад и добавлен зимний сад. Десятилетие 80-х гг. было ознаменовано проектированием и строительством ряда сооружений, ранее не предусмотренных генеральным планом города и возведенных по индивидуальным проектам: Высотная гостиница «Кама» (ЦНИИЭП зрелищных зданий, Москва) (рис. 4 а), Детский спортивно-оздоровительный комплекс «Набережные Челны» (архит. В.Н. Нестеренко) (рис. 4 в), Цветочный магазин «Тюльпан» (архит. В.Н. Нестеренко, Е.Н. Никаноров, инж. В.И. Матвеев), утраченный в 2017 году при строительстве одноименного жилого комплекса, представлял собой яркий образец образного решения здания в виде раскрывшегося бутона тюльпана, традиционного для народного декоративного искусства Татарстана (рис. 4 б).

Детский спортивно-оздоровительный комплекс «Набережные Челны» в Набережных Челнах (архит. В.Н. Нестеренко, 1981-1985 г.) также приближается ассоциативному отражению местного национально-регионального своеобразия. В образе спортивного комплекса прослеживается речная тематика: в рядах экспрессивно выступающих ребер угадываются профили носов древних челнов, ладей, динамично закругленная форма козырьков крыши напоминает надувшиеся под ветром паруса. Символика сооружения подчеркивается рядами протяженных галерей-террас, имитирующих палубы. Завершения входных порталов, напоминающие крыши пагод, ассоциируются с архитектурой Ле Корбюзье в Чандигархе [15], придавая образу восточный колорит, они символизируют древние торговые связи с Востоком (рис. 4 в).



Рис. 3. Национальный компонент в архитектуре периода советского модернизма в Татарстане:
 а) фрагмент интерьера зала Ресторана гостиницы «Татарстан» (архит. М.Х. Агишев, И.Н. Агишева, М.Г. Хайруллин, В.А. Сладков, худ. Р.А. Кильдибеков 1970 г.) (фото автора);
 б) Высотный корпус швейного объединения №3, archit. Г.А. Бакулин, Р.Х. Галеев 1981-1987) [14];
 в) фрагмент интерьера фойе Дворца культуры строителей (ныне КЦ «Сайдаш»)(ева) archit. Т.Г. Зиннуров) (архивное фото автора); г) Партийный архив Татарского обкома КПСС (archit. Ю.И. Сафронов) (фото из личного архива архитектора Г.А. Бакулина);
 д) фрагмент фасада швейной фабрики, ул. Пр.-Булачная, archit. Г.М. Пичуев, Е.В. Бакулин [14].

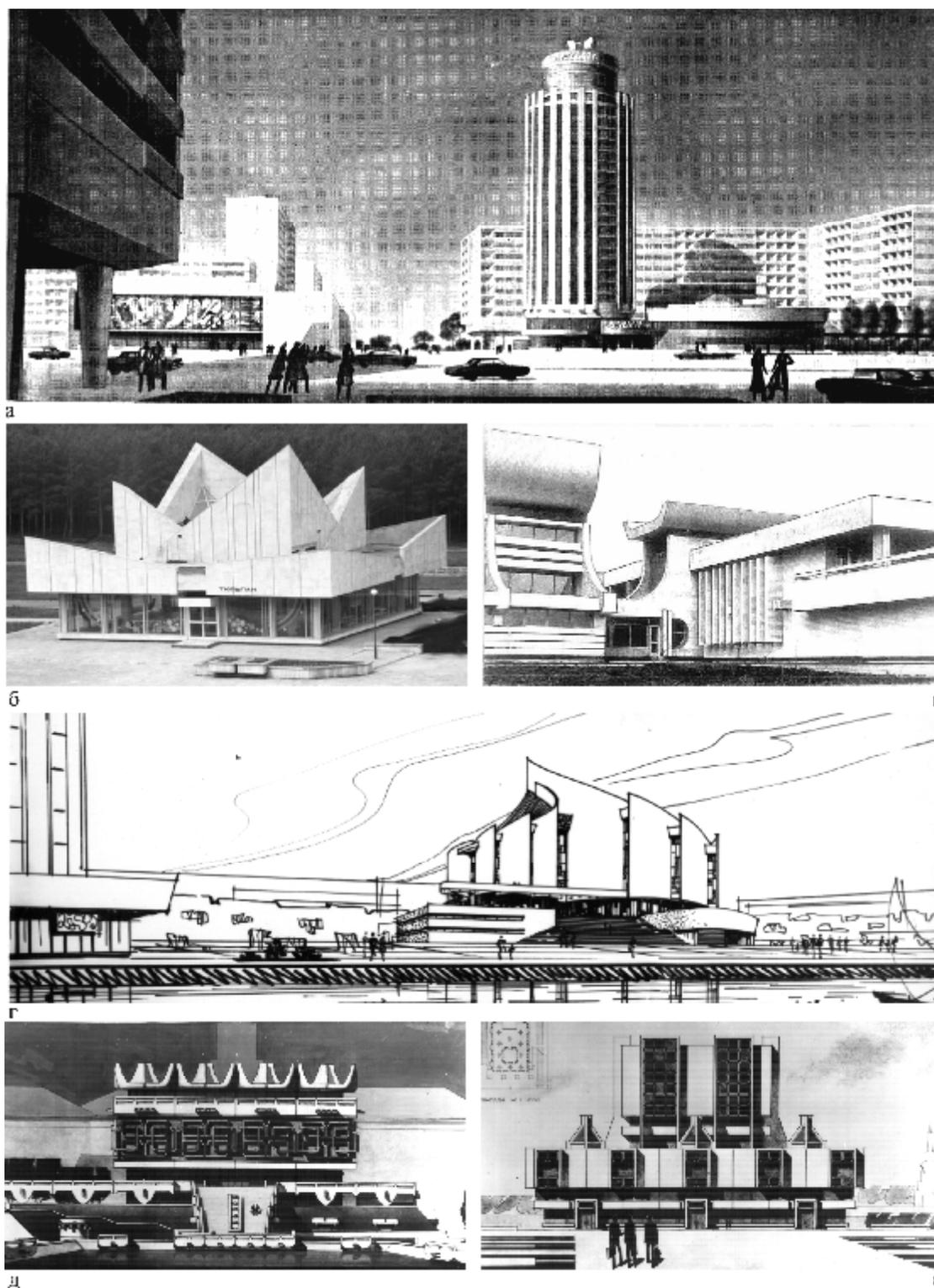


Рис. 4. Национальный компонент в архитектуре Татарстана периода советского модернизма.

Общественные здания, созданные в 1970–1980-е гг. в Набережных Челнах:

- а) проект гостиницы «Кама» на 550 мест (ЦНИИЭП зрелищных зданий, Москва) [2];
 - б) Цветочный магазин «Тюльпан» (снесен в 2017 г. архит. В.Н. Нестеренко, Е.Н. Никаноров),
(фото из личного архива архитектора Г.А. Бакулина);
 - в) Детский спортивно-оздоровительный комплекс (архит. В.Н. Нестеренко) [2].
- Нереализованные проекты в г. Казани: г) здание филармонии (проект архит. М.Х. Агишев) [2];
д), е) экспериментальные проекты Республиканской библиотеки
в районах Черного озера и «Федоровского мыса» (архит. С.С. Айдаров) [2]

Архитектуре советского модернизма были присущи как интернациональный характер, так и национальный компонент в художественном решении. Например, к средствам выражения национального компонента в архитектуре Татарстана периода советского модернизма принадлежат следующие приёмы: создание геометрических узоров (в кирпичной облицовке или солнцезащитными железобетонными, металлическими решетками); использование майоликовых вставок, мозаичной облицовки на фасадах сплошная роспись стен (растительным) узором в интерьере, ассоциирующимся с восточным орнаментом типа «ислими» и ковровым покрытием стен юрты и шатра; формы стрельчатых и килевидно-стрельчатых арок, мотивы криволинейно-ломанных обрамлений с закруглённым концом [2].

К конкретным традиционным приемам и формам архитектуры Татарской АССР, нашедшим в ряде случаев частичное использование в советской практике, относится: подчинение групп рядовой застройки композиционно доминирующим по высоте общественным сооружениям города; синтез архитектуры с современным монументально-декоративным и прикладным искусством, восходящим в своем генезисе к искусству средневековых волжских булгар; применение в декоративной отделке зданий местных пород камня (туфа и прочих известковых пород), художественной керамики (майолики, терракоты, мозаики), резных украшений из геометрического и растительного орнаментов, цветных покрасок, оконных витражей; символическое использование типичных архитектурных форм прошлого (например, стилизованных форм стрельчатой арки, свисающего шатрового покрытия, овальных и гибких очертаний, некоторых орнаментальных мотивов); гармоническая взаимосвязь с природным и ранее сложившимся окружением [2].

Заключение

В рамках интернационального характера архитектурного модернизма XX века – в региональной архитектуре советского модернизма шли поиски национального компонента, связанные с понятием региональной архитектуры, что стало наиболее характерным отличием для всей архитектуры периода советского модернизма.

Архитектура Татарстана периода советского модернизма приобрела уникальное национально-региональное своеобразие трактовки стиля за счет включения в «интернациональный компонент» местных региональных «генетико-стилистических компонентов» (по С.С. Айдарову) [2].

К средствам выражения национального компонента в архитектуре Татарстана периода советского модернизма, нашедшим использование в практике того времени, принадлежат следующие приёмы:

1. синтез архитектуры с современным монументально-декоративным и прикладным искусством;
2. символическое использование типичных архитектурных форм прошлого (стрельчатой и килевидно-стрельчатых арок, свисающего шатрового покрытия, мотивы криволинейно-ломанных обрамлений с закруглённым концом, овальных и гибких очертаний, некоторых орнаментальных мотивов);
3. подчинение групп рядовой застройки композиционно доминирующим по высоте общественным зданиям;
4. применение в декоративной отделке зданий местных пород натурального камня;
5. гармоническая взаимосвязь с природным и, ранее сложившимся, окружением.

Своеобразие архитектуры Татарстана складывается из регионального, национального и интернационального компонентов, а также разнообразных проявлений и сочетаний традиционного и новаторского в конкретных произведениях [10]. Региональная архитектура периода советского модернизма ТАССР, представленная наиболее важными общественными сооружениями Казани и Набережных Челнов, отражает местные природно-географические особенности, исторически сложившиеся традиции и локальные черты, направленные на визуально-ассоциативное или ретроспективно-символическое восприятие «духа» среды, обращаясь к средствам средневековых или более поздних стилистических направлений, творческой инновацией традиций в синтезе со средствами научно-технического и эстетического прогресса [2].

Список библиографических ссылок

1. Айдарова Г. Н. Теоретическая модель архитектурной культуры региона // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2006. Вып. 9. С. 34–39.
2. Айдарова-Волкова Г. Н., Краснобаев И. В. Национально-региональные основы архитектуры Татарстана в трудах С.С. Айдарова. Казань : КГАСУ, 2014. 309 с.
3. Аскарлов Ш. Д. Метаморфозы регионализма. Архитектура Запада-4: Модернизм и постмодернизм. Критика концепций. ЦНИИ теории и истории архитектуры. М. : Стройиздат, 1986.
4. Бальян К. В. Артур Тарханян, Спартак Хачикян, Грачья Погосян. Архитектура советского модернизма. М. : TATLIN, 2012. 128 с.
5. Заварихин С. П. Астана как зеркало регионального урбанизма // Капиталь. 2012. № 2 (22). С. 96–105.
6. McCarter, Robert. Aalto. Phaidon Press Limited, 2014. 248 p.
7. Jodidio Ph. Oscar Niemeyer. 1907-2012. The Once and Future Dawn. Taschen, 2013. 96 с.
8. Tange K., Lippit Yu. Kenzo Tange: Architecture for the World. University of Washington Press, 2012. 192 p.
9. Надырова Х. Г. Развитие градостроительной культуры Казанского ханства // Золотоордынское обозрение. 2014. № 3 (5). С. 49–79.
10. Халитов Н. Х. Стили и формы татарской архитектуры Казани второй трети XVIII-начала XX в. : историко-архитектурное исследование. Казань : Татарское кн. изд-во, 2014. 391 с.
11. Искандаров М. М., Михайлов А. Ю. Национальная версия советского неоклассицизма в Казани: проблемы формулирования национальной архитектуры в СССР в 1920-1950-е годы // Культура и искусство. 2012. № 6 (12). С. 94–101.
12. Киносьян Н. С. Театр Оперы и Балета имени М. Джалиля в Казани (Архитектор И. Г. Гайнутдинов) // Дизайн-ревю. 2014. № 1-2. С. 102–107.
13. Киносьян Н. С. Национально-духовные корни творчества архитектора И.Г. Гайнутдинова. Духовная жизнь региональных сообществ: история, традиции, современность : сб. докладов Международной научно практической конференции / КГАСУ. Казань, 2013. С. 143–145.
14. Саначин С. П. Экскурс в архитектурную жизнь советской Казани. Казань : Фолиант, 2014. 238 с.
15. Cohen J-L. Le Corbusier: an Atlas of Modern Landscapes. N-Y. : Museum of Modern Art, 2013. 404 p.

Efimov Daniel Dmitrievich

assistant

E-mail: daniel.efimoff@gmail.com

Kazan Innovative University named after V.G. Timiryasov

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Moskovskaya st., 42

Fachrutdinova Inessa Alekovna

candidate of architecture, associate professor

E-mail: fahinessa@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**National and international component in the architecture of Tatarstan
in the period of Soviet modernism 1955-1990**

Abstract

Problem statement. Developing in the context of the international character of modernist architecture of the XX century, regional architectural schools were distinguished by the search for the expression of national identity through various means of expression. The purpose of the

article is to expand the field of knowledge of the theory of architecture associated with the formation of regional architecture of Soviet modernism in the Republic of Tatarstan, to define and characterize the forms of its national component and to find out the importance of «national» for the history of the Russian architecture.

Results. The analysis of theoretical studies revealed the national component and its characteristics in the regional architecture of the Soviet modernism of Tatarstan.

Conclusions. The significance of the obtained research results for architecture consists in the expansion of knowledge in the field of the regional originality of the architecture of Tatarstan during the period of Soviet modernism. Further developments in the context of the regional architecture can be based on the experience of the theory and practice of Soviet architecture in the search for national-regional identity.

Keywords: international, national, architecture of Soviet modernism, regional architecture, national component, Tatarstan.

References

1. Aidarova G. N. Theoretical model of architectural culture of the region // Vestnik Volzhskogo regional'nogo otdeleniya Rossiyskoy akademii arkhitektury i stroitel'nykh nauk 2006. Vol. 9. P. 34–39.
2. Aidarova-Volkova G. N., Krasnobaev I. V. National and regional basic architecture of the Republic of Tatarstan in the works of S.S. Aidarov. Kazan : KGASU, 2014. 309 p.
3. Askarov Sh. D. Metamorphoses of regionalism. Architecture of the West-4: Modernism and postmodernism. Critique of concepts. Critique of theory and history of architecture. M. : Stroyizdat, 1986.
4. Balian K. V. Arthur Tarkhanyan, Spartak Khachikyan, Hrachya Poghosyan. Architecture of Soviet modernism. M. : TATLIN, 2012. 128 p.
5. Zavarikhin S. P. Astana as a mirror of regional urbanism // Kapitel. 2012. № 2 (22). P. 96–105.
6. McCarter, Robert. Aalto. Phaidon Press Limited, 2014. 248 p.
7. Jodidio Ph. Oscar Niemeyer. 1907-2012. The Once and Future Dawn. Taschen, 2013. 96 p.
8. Tange K., Lippit Yu. Kenzo Tange: Architecture for the World. University of Washington Press, 2012. 192 p.
9. Nadyrova H. G. Development of urban culture of the Kazan khanate // Zolotoordynskoye obozreniye. 2014. № 3 (5). P. 49–79.
10. Khalitov N. H. Styles and forms of Tatar architecture of Kazan in the second third of the XVIII-early XX centuries : historical and architectural research. Kazan : Tatarskoye kn. izd-vo, 2014. 391 p.
11. Iskandarov M. M., Mikhailov A. Iu. National version of Soviet Neoclassicism in Kazan: problems of formulating national architecture in the USSR in the 1920s-1950s // Kul'tura i iskusstvo. 2012. № 6 (12). P. 94–101.
12. Kinosian N. C. Theater of Opera and Ballet named after M. Jalil in Kazan (Architect I. G. Gainutdinov) // Design Revue. 2014. № 1-2. P. 102–107.
13. Kinosian N. C. National-spiritual roots of creativity of the architect I. G. Gainutdinov : the Spiritual life of the regional community: history, tradition, modernity : dig. of reports of International scientific-practical conference / KGASU. Kazan, 2013. P. 143–145.
14. Sanachin S. P. Excursion into the architectural life of the Soviet of Kazan. Kazan : Foliant, 2014. 238 p.
15. Cohen J-L. Le Corbusier: an Atlas of Modern Landscapes. N-Y : Museum of Modern Art, 2013. 404 p.

УДК 72.01

Жандарова Анастасия Александровна

архитектор

E-mail: anastasiia_samoilienko@mail.ru

IVAR проектное бюро

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Чернышевского д. 16, оф. 2

Денисенко Елена Владимировна

кандидат архитектуры, доцент

E-mail: e.v.denisenko@bk.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Историко-теоретические аспекты развития биоархитектуры

Аннотация

Постановка задачи. Цель статьи – расширить научные знания о биопроектировании в архитектуре, а также определить дальнейшие перспективы развития биоархитектуры.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в составлении таблицы развития биоархитектуры, начиная с начала древнейшего периода и заканчивая прогнозом до 2100 года, на примере архитектурных аналогов, как теоретических, так и проектных. Результаты исследования позволяют определить новые принципы проектирования архитектуры, и могут быть использованы в последующих исследованиях, учебном процессе, экспериментальном проектировании.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в том, что использование биоархитектуры в современных городах позволит создать новую, взаимодействующую с человеком, реагирующую, развивающую и функционирующую архитектуру, а также способствует переосмыслению формирования и функционирования архитектуры и архитектурного пространства, архитектуру, более совершенную, с точки зрения устойчивости и энергоэффективности.

Ключевые слова: биоархитектура, живая архитектура, природные системы, архитектурная бионика, взаимодействие архитектуры и природы, природная среда.

Введение

Живая среда, представляет собой один из лучших примеров того, как постоянно изменяющийся, естественный мир эволюционировал, приспособлялся, для того, чтобы выжить. Так, в нашем стремлении создать более совершенный и устойчивый мир, имеет смысл использовать те же концепции и пути решения для создания более устойчивой и энергоэффективной архитектурной среды. Живые организмы и архитектура имеют аналогичную цель: создание структуры экономичным способом с точки зрения энергии, материала и затрачиваемых ресурсов. Так зародилась идея о внедрении природных характеристик в архитектурное пространство.

История возникновения биоархитектуры

Изучение перспективы развития биоархитектуры представляется актуальным, так как все чаще предпринимаются попытки решить, существующие в архитектуре, проблемы с помощью принципов развития природных систем. Данные условия обусловили желание создавать природную архитектуру, а также поиска новых форм и способов развития. Научные знания в биоархитектуре помогут описать новый подход организации городской среды. Живая среда, представляет собой один из лучших примеров того, как постоянно изменяющийся естественный мир эволюционировал, приспособлялся для того, чтобы выжить. Объединение всех интерпретаций биоаспектов в архитектурном пространстве позволит создать новую, взаимодействующую с человеком, реагирующую, отвечающую на окружающую ситуацию, развивающую и функционирующую архитектуру, а также способствует

переосмыслению формирования и функционирования архитектуры и архитектурного пространства¹.

Биоархитектура существует с первобытных времен, и, несмотря на внедрение продвинутых технологий на ее современном этапе развития, основная ее задача – создание жилища для человека с учетом влияния природных факторов. Архитекторы и строители использовали природу в качестве источника вдохновения задолго до появления термина биоархитектура [1].

Архитектура и городское пространство напрямую зависят от господствующей идеологии, открытий в науке и состояния знаний, позволяющих их использовать [2]. Авторские рисунки демонстрируют научные и технические открытия, философские идеи, трактаты или литературные произведения, архитектурные проекты и утопии, которые повлияли на развитие биоархитектуры, а также представлено прогностическое развитие архитектуры.

История возникновения биоархитектуры началась еще в древнейшие времена, с первым познанием природной среды человеком (рис. 1). Так, за точки развития биоархитектуры считают экологические кризисы и переломные моменты – освоение человеком орудий труда и т.п.

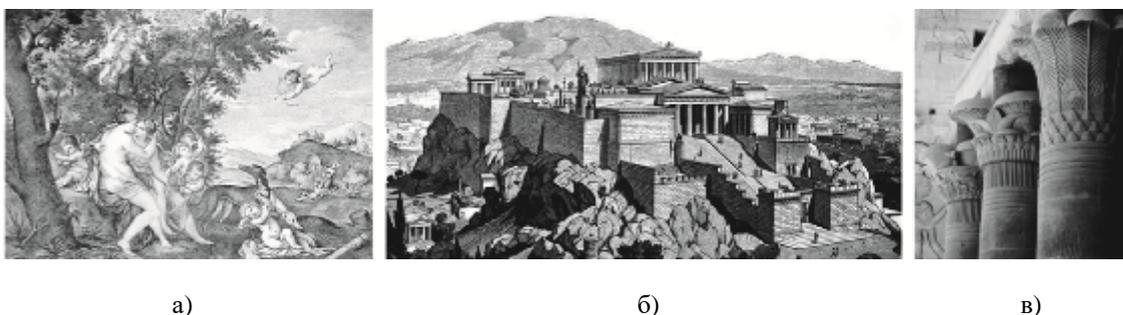


Рис. 1. Формирование направления биоархитектуры в древнейший период, архитектурные утопии:
а) Метаморфозы Овидий ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Метаморфозы_\(Овидий\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Метаморфозы_(Овидий)));
б) Древнегреческие полисы Милет, Приена, Пергам (http://antique.totalarch.com/gha_grece/5/4);
в) Древний Египет (<https://designcapital.ru/facades/img/4351?list=terrace-columns-painting>)

С древнейших времен биоархитектура рассматривается в контексте особенностей места – топографии, контекстуализма. Разумная цивилизация греческой философии – первые знания функционирования. Метаморфозы Овидия² – вечная жизнь и ее непрерывная изменчивость. Древнегреческие полисы Милет³, Приена⁴, Пергам⁵ – связь с окружением, свободная планировка и подчинение рельефу. Аналогия природы в Древнем Египте – имитация природных элементов в архитектуре. Единение архитектуры с природой в Древнем городе Иордании – город в скале⁶. Индуистский храм Баксея Чамкронга⁷ – связь с окружением и подчинение ситуации и местности [3].

Эпоха ренессанса дала отправную точку развития биоархитектуры (рис. 2). Золотое сечение и летательный аппарат Леонардо да Винчи⁸ выступили

¹Самойленко А.А., Денисенко Е.В., Аналогии живых структур в архитектурном пространстве // Известия КГАСУ, Казань, 2017. № 4 (42). С. 109–117.

²«Метаморфозы» – поэма древнеримского поэта Публия Овидия Назона, в которой повествуется о различных превращениях, произошедших со времени сотворения мира, согласно греческой и римской мифологиям.

³Милет – древнегреческий город в Карию на западном побережье Малой Азии.

⁴Приена – ионийский город на западном берегу Карию, на мысе Микале.

⁵Пергам – столица эллинистического Пергамского царства.

⁶Петра – древний город, столица Идумеи (Эдома), позже столица Набатейского царства.

⁷Баксей Тьямкронг – небольшой индуистский храм, расположенный в комплексе Ангкор в Камбодже (944-968).

⁸Леонардо ди сер Пьеро да Винчи – итальянский художник (живописец, скульптор, архитектор) и учёный (анатом, естествоиспытатель), изобретатель, писатель, музыкант, один из крупнейших представителей искусства Высокого Возрождения, яркий пример «универсального человека».

прародителями бионаправлений – пропорции живых систем, параметры биоритмов и живая природа в основе решения инженерных задач. Также да Винчи изучал полет птиц, исследуя создание воздушного потока, создал концепцию технического полета. Изучение природных форм было продолжено Альфонсо Борелли⁹ и сэром Джордж Кейли¹⁰ – влияние природных форм и изучение полета птиц [4]. В 1816 году сэр Джордж Кэли смоделировал парашют на основе формы фрукта Тгагорогон. Радиоларии Эрнста Генриха Геккеля¹¹ – вдохновение природными формами. Польза, прочность, красота Витрувия¹² – красивые пропорции и композиция архитектуры, антропоморфизм. Идеальный город Пальманова-Скамощи¹³ – симметричный город гармонии и порядка, лишенный недостатков и компромиссов. Новация в формообразовании Флорентийского собора Брунеллески¹⁴ – природный прототип для конструирования купола скорлупа яйца. Природный орнамент в архитектуре Италии – время совершенствования архитектурных форм и видов.

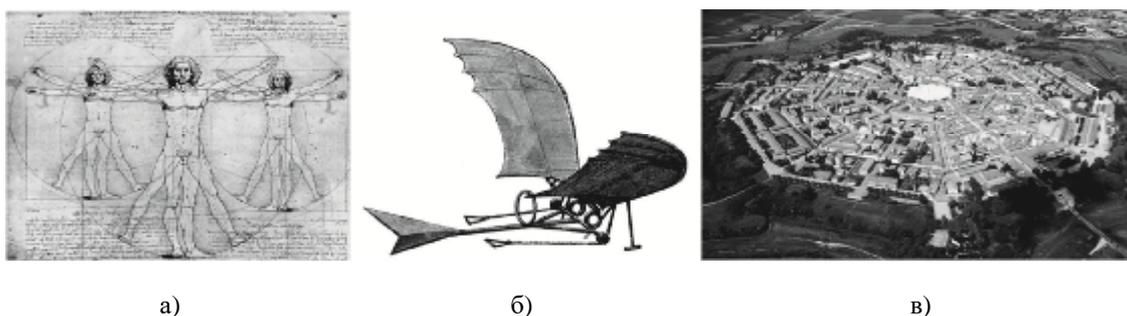


Рис. 2. Формирование направления биоархитектуры в эпоху Ренессанса, архитектурные утопии:
а) Золотое сечение – Леонардо да Винчи (<https://toomth.livejournal.com/7385684.html>);
б) Летательный аппарат – Леонардо да Винчи (<http://class-fizika.ru/leo2.html>);
в) Идеальный город Пальманова – Скамоцци (<https://studfiles.net/preview/3735998/>)

Гуманистический принцип – один дин из важных аспектов бионаправления в архитектуре. «Человек в основе всех вещей» – также своего рода начало устойчивого подхода в архитектуре [5].

Эпоха Просвещения характеризуется получением знаний об изменчивости мира, преобразованиях человека и среды вокруг него (рис. 3). Эта мысль формировалась у Гегеля¹⁵ и Маркса¹⁶, реализовавшись в идеи динамической архитектуры в XX веке, продолжающейся и в настоящее время. Возникают технократические концепции в среде массовой урбанизации и научно-технической революции, Линейный город Сория-и-Мата¹⁷ – связь с уровнем развития транспорта и характером расселения конца XIX века.

⁹Джованни Альфонсо Борелли – итальянский учёный-универсал времени Научной революции XVII века. Автор трудов по физике, медицине, астрономии, геологии, математике, механике. Основоположник биомеханики.

¹⁰Сэр Джордж Кейли, 6-й баронет Бромптон – учёный и изобретатель. Один из первых теоретиков и исследователей в области летательных аппаратов тяжелее воздуха, опубликовавший в начале XIX-го века описания принципов полёта планера и самолёта.

¹¹Эрнст Генрих Филипп Август Геккель – немецкий естествоиспытатель и философ. Автор терминов «питекантроп», «филогенез», «онтогенез» и «экология».

¹²Марк Витрувий Поллион – римский архитектор и механик, учёный-энциклопедист.

¹³Пальманова – идеальный город, северо-восток Италии, регион Фриули-Венеция Джулия. Пальманова была основана 7 октября 1593 года, венецианский архитектор Скамоцци.

¹⁴Собор Санта-Мария-дель-Фьоре (собор Святой Марии в цветах, 1436 год) – кафедральный собор во Флоренции, самое знаменитое из архитектурных сооружений флорентийского кватроченто.

¹⁵Георг Вильгельм Фридрих Гегель – немецкий философ, один из творцов немецкой классической философии.

¹⁶Карл Генрих Маркс – немецкий философ, социолог, экономист, писатель, поэт, политический журналист, общественный деятель.

¹⁷Линейный город – идея Артуро Сория-и-Мата (1844-1920), испанского инженера, кардинально изменила представления о городской среде. Сория сформулировал основные «правила» линейного города.

Город-сад Эбенизера Говарда¹⁸ – предвестник новой эры «первый дал человеку крылья, а второй обещал ему лучшие жилищные условия, когда он спустился на землю» [4].

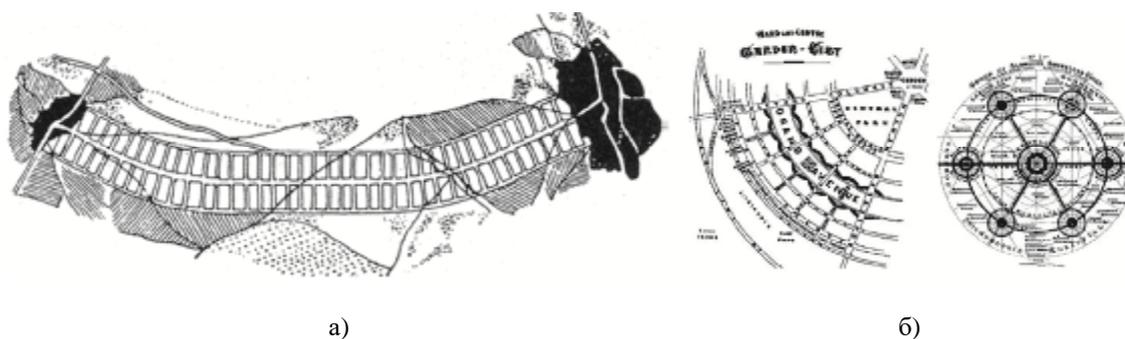


Рис. 3. Формирование направления биоархитектуры в эпоху Просвещения и НТР, архитектурные утопии:
а) Линейный город Сориа-и-Мата (https://studme.org/170321/stroitelstvo/lineynyy_gorod_soria_maty);
б) Город-сад – Эбенизер Говард (<https://design-mate.ru/read/megapolis/garden-city>)

Развитие биоархитектуры в XX веке

Теория относительности дала отправную точку иному восприятию пространства – его нелинейному аспекту. Идейные всплески биопроектирования – нелинейного формообразования выпали на конец XIX–первую половину XX века. При этом эфемерная архитектура формируется также в экологическом аспекте в ответ на изменения и прогнозы о ближайшем будущем [6].

Первым в развитии теории был Рауль Х. – исследовал развитие структур и механизмов растений под термином биомеханика. «Биотехнологии – венец технологий». Его исследования стали основной базой для последующих исследователей. Альф Гейслер, основываясь на учениях Рауля Х. Гейслер, искал образ для подражания во многих областях. Его книга «Bioteknik» издана в 1939 году, содержит идеологические разделы.

Основатель бионики¹⁹ – Вернер Нахтигалл собрал обширную коллекцию примеров и сделал попытку, навести порядок в области био-открытий. В его работах «*baubionik* and – vorbild Natur Bonk Design fur funktionelles Gestalten» он концентрируется на вопросе проектирования и строительства на основе природных принципов [2]. Один из основателей архитектурной бионики в Советском Союзе – архитектор Ю.С. Лебедев²⁰ (рис. 4), под руководством которого лаборатория архитектурной бионики выполнила теоретическую и практическую работу по обобщению мирового опыта и по созданию собственных оригинальных наработок [7].

Послевоенное время характеризуется переходом к исследованию формы и функции относительно развития формы в природе. Дарси Томпсон²¹ изучил вопросы о том, как форма и структура живых организмов развивается с помощью радиолариев. Его работы исследуют пространственно-временное формирование закономерностей в биологии. Иоганн Герхард Гельмке проанализировал раковины диатомовых водорослей и нашел правдоподобное объяснение формы генерации. Биологические исследования Томаса Спекса в биомеханике и функциональной морфологии представляют основу для дальнейшего развития инновационных материалов и конструкций. Джордж Джеронимидис руководил Центром Биомиметики. Исследования и развитие его группы включает биомеханику и структурное исследование биологических материалов. Вместе с

¹⁸Город-сад – градостроительная концепция, возникшая в начале XX века. Впервые идея города-сада была описана в книге «Города-сады будущего», написанной английским социологом-утопистом Эбенизером Говардом (1898 году).

¹⁹Изначально термин приходит из английского слова *bionics*, которое было придумано в США на конференции симпозиуме 1960гг., как сочетание слов биология и техника

²⁰Лебедев Юрий Сергеевич – кандидат архитектуры; Науч.-исслед. ин-т теории, истории и перспективных проблем сов. архитектуры. Автор книг «Архитектура и бионика», «Дом – улитка и другие», «Теоретические основы советской архитектуры» и т.д.

²¹Дарси Томпсон – шотландский биолог и математик. Основатель математической биологии.

Джулианом Винсентом²² они представляются одними из ключевых промоутеров биомиметики в англоязычном мире.

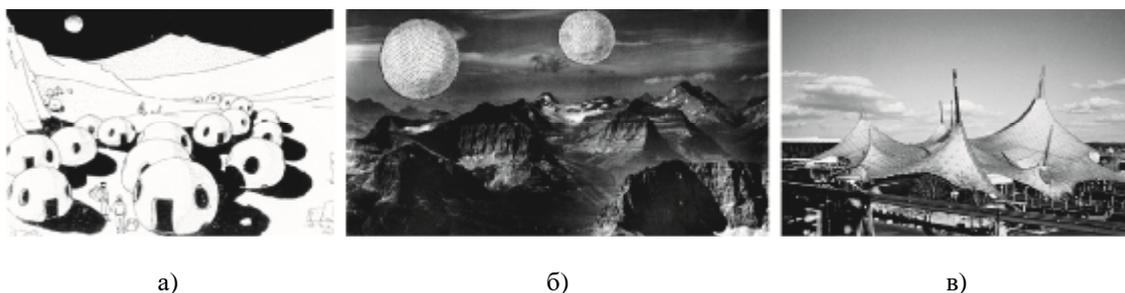


Рис. 4. Формирование направления биоархитектуры
в период середины XX века, архитектурные утопии:

- а) Авторегулируемая аэростатическая система – Лебедев Ю.С. (<http://tehne.com/node/6417>);
 б) Летящий город – Бакминстер Фуллер (<https://aprosh.livejournal.com/528701.html>);
 в) Тентовые и мембранные конструкции – Фрай Пауля Отто
 (http://www.novotent.ru/articles/articles_151.html)

С практической точки зрения конец XIX-начало XX века ознаменуется появлением органической архитектуры, как архитектурного направления. Создателем органической архитектуры стал американец Луис Салливен. Как и большинство творческих людей XIX века, он проникся эволюционным учением Дарвина и передовыми достижениями биологии [8].

Развитие биоархитектуры сегодня

Понимание множества математических, физических, биологических и философских идей, показывающих процессы жизни и окружающее пространство – фракталы, аттракторы, гены, паттерны и т.д., также повлияли на формирование биоформообразования [9].

В настоящее время сформулированы разнообразные термины и понятия, соотносящиеся с новым уровнем развития общества (рис. 5). Также введен термин ноосферы (В.И. Вернадский) – сферы разума, взаимодействия общества и природы, в границах которой разумная человеческая деятельность становится важнейшим фактором развития («антросфера», «биосфера», «биотехносфера»), которое заложено в основу концепции устойчивого развития.

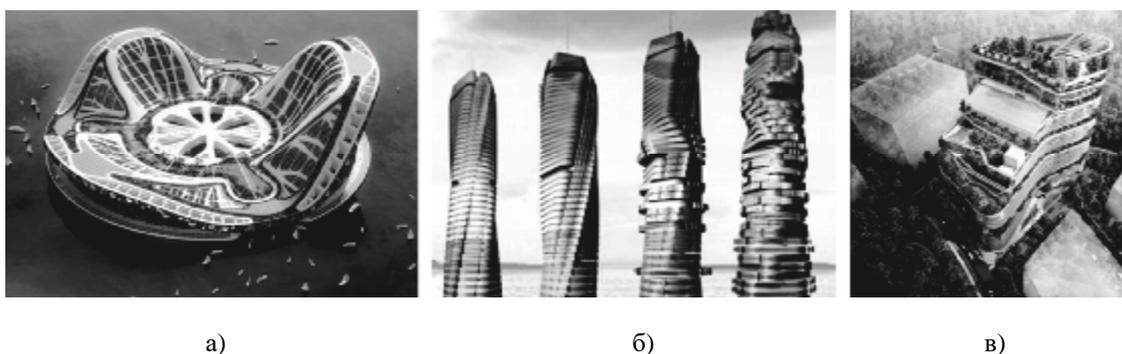


Рис. 5. Формирование направления биоархитектуры
в период конца XX века-начала XXI, архитектурные утопии:

- а) Летящий город / Плавающий экополис – Венсан Кальбо
 (<https://archi.ru/architects/world/10864/vensan-kalbo>); б) Вращающийся небоскреб – Дэвид Фишер
 (<https://archspeech.com/article/devid-fisher-proektirovat-zdaniya-nuzhno-nachinaya-s-inter-era>);
 в) Устойчивая архитектура – Кен Янг (<https://archi.ru/press/world/25523/zelenyi->)

²²Биолог Джулиан Винсент – глава центра Биомиметических и природных технологий Бат, Англия.

Ведется беспрестанный поиск иных форм и пространств, технологий, формирования интеллектуальной архитектурной среды; возникновения кибернетической концепции интеллектуального сооружения [10].

Сегодня формирование архитектурного пространства включает в себя цифровые технологии проектирования, современные конструкции, природные принципы и применяется в рамках биологически вдохновленных процессов [11].

Природа – огромная лаборатория, которая когда-либо была, есть и когда-либо будет. Неслучайно архитектор Шулан Колатан²³ в своем интервью сказала: «Искусственные технологии сливаются с биологическими технологиями. В будущем строительные материалы будут значительно естественнее. Потому то, что в ближайшее время оболочки зданий будут напоминать кожу биологических организмов, – вовсе не фантазия» [12].

Данные тенденции свидетельствуют о неизбежном объединении направления науки и техники, архитектуры, искусства и компьютерных технологий.

Перспективы развития биоархитектуры

Постепенно приобретают актуальность кибернетические утопии, сглаживающие границы реальности. Все чаще возникает проблема века антропоцена – века технологий, техно-наук и турбо-капитализма, трактуемого господством коллективного сознания, потерей среды обитания, когнитивным диссонансом [10].

Перспективы 2025 года – возникновение искусственного интеллекта, интеграции человека с машинами за счет биотехнологий. Технологии внедряются в архитектуру прочно и основательно. Энергосбережение становится нормой жизни, развитие биотехнологий повсеместно, происходит экологизация архитектурного пространства. Стирается понятие «зеленый» дом, достигается гармония между людьми и природой – экологическое воспитание жителей.

Перспективы 2050 года – это вытеснение классических концепций идеями плавучих или летающих городов новой биологии, создаваемые в ответ на угрозу глобального потепления и изменения климата. Происходит самоорганизация архитектуры, поддержание целостности архитектуры за счет самообновления, сокращение объемов нового строительства, постоянное совершенствование объектов, окончательное интегрирование биологии в архитектуру.

Перспективы 2075 года – архитектура под куполом, т.е. управляющая внутренними и внешними изменениями, поддержание целостности за счет самообновления, экологическая ориентированность, абстрагирование биологических стратегий, идентификация жизненных принципов. Происходит естественный кругооборот архитектурного пространства.

Перспективы 2100 года – космическая, летающая архитектура. Многогранный сценарий развития архитектуры, адаптация и развитие в изменяющихся условиях, использование новых биологических источников энергии, учет и сохранение ценных фрагментов, онтогенез, филогенез. Выбор верного вектора постепенного развития архитектуры.

Архитекторы будущего будут строить биовдохновленные здания, потому что это рациональный, прочный и экономичный путь формирования архитектуры и архитектурного пространства. Биоархитектура – динамическая, кинетическая, бионическая – не только отличается своим внешним видом, но и выделяется новейшими технологиями; удовлетворяющие современные потребности и решающие глобальные проблемы [13].

Заключение

Подводя итоги, очевидно, что есть множество параллелей между природой и архитектурой, которые формировались на протяжении веков и сейчас приобретают особую актуальность. Итак, применение в строительстве и при организации городского пространства принципов развития биоархитектуры помогут нам преодолеть экологические проблемы, такие как парниковый эффект, глобальное потепление или

²³Шулан Колатан – американский архитектор, родом из Стамбула; представитель дигитальной архитектуры.

озоновые дыры. Можно сделать вывод о том, что предложенные теоретические и проектные основы позволяют создать архитектуру более совершенную с точки зрения устойчивости. Только комплексный подход к формированию биоархитектуры способен сформировать архитектурное пространство будущего.

Список библиографических ссылок

1. Akshay Shetty. Biomimicry. The use of biomimicry principles to create urban closed loop systems. Pune : Arch, 2015. 115 p.
2. Amjad Almusaed. Biophilic and Bioclimatic Architecture. Pune : Arch, 2015. 154 p.
3. Архитектура будущего: биоморфизм, бионика, биомимикрия // mn.ru : ежедн. интернет-изд. 2013. URL: <http://www.mn.ru/society/87033> (дата обращения: 08.08.2017).
4. Sahil Virmani. Architecture and nature. Rome : U+D edition Rome, 2014. 45 p.
5. Petra Gruber. Biomimetic in architecture. Vienna : SpringerWienNewYork, 2012. 276 p.
6. Иовлев В. И. Экологическая топология в архитектуре // Архитектон: известия вузов, 2006 № 15. URL: http://archvuz.ru/2006_3/2 (дата обращения: 28.07.2018).
7. Victor Hugo and Architecture // University of Houston, 2017. URL: <http://www.uh.edu/engines/epi2293.htm> (дата обращения: 05.08.2018).
8. Лебедев Ю. С. Архитектура и бионика. М. : Знание, 1971. 119 с.
9. Giuseppe Strappa. City as organism. Rome : U+D edition Rome, 2016. 482 p.
10. Будникова А. Архитектурная топология и феномен биомимикрии // Syg.ma : ежедн. интернет-изд. 2017. URL: <http://archi.ru/press/russia/71491/arkhitekturnaya-topologiya-i-fenomen-biomimikrii> (дата обращения: 05.08.2018).
11. Мишель Рагон. Города будущего. М. : Мир, 1969. 296 с.
12. Айдарова Г. Н. Ресурсосберегающая архитектура как альтернатива современного развития // Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе. Труды годичного собрания РААСН. 2003. С. 204–205.
13. Santiago C. P. Dialogue Between Nature and Architecture. Barcelona : MArch, 2016-2017. 204 p.

Zhandarova Anastasia Alexandrovna

architect

E-mail: anastasiia_samoilienko@mail.ru

IVAR project bureau

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Chernyshevsky st., 16, of. 2

Denisenko Elena Vladimirovna

candidate of architecture, associate professor

E-mail: e.v.denisenko@bk.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Historical and theoretical aspects of bioarchitecture development

Abstract

Problem statement. The purpose of the article is to expand the scientific knowledge about bioprojecting in architecture, as well as to determine the future prospects for the development of bioarchitecture.

Results. The main results of the research consist in obtaining a bioarchitecture development table from the beginning of the most ancient period, ending with a forecast up to 2100 using the example of architectural analogues, both theoretical and project ones; allow you to define new principles for designing architecture; in the future can be used in subsequent research, educational process, experimental design.

Conclusions. The significance of the obtained results for the architecture is that the use of bioarchitecture in modern cities will create a new, human-interacting, responsive, developing and functioning architecture, and also contributes to rethinking the formation and functioning of the architecture and architectural space; energy efficiency.

Keywords: bioarchitecture, living architecture, natural systems, architectural bionics, the interaction between architecture and nature, the natural environment.

References

1. Akshay Shetty. Biomimicry. The use of biomimicry principles to create urban closed loop systems. Pune : Arch, 2015. 115 p.
2. Amjad Almusaed. Biophilic and Bioclimatic Architecture. Pune : Arch, 2015. 154 p.
3. Architecture of the future: biomorphism, bionics, biomimicry // mn.ru : daily internet-edition. 2013. URL: <http://www.mn.ru/society/87033> (reference date: 08.08.2017).
4. Sahil Virmani. Architecture and nature. Rome : U+D edition Rome, 2014. 45 p.
5. Petra Gruber. Biomimetic in architecture. Vienna : SpringerWienNewYork, 2012. 276 p.
6. Iovlev V. I. Ecological topology in architecture // Arkhitekton: izvestiya vuzov
7. , 2006 № 15. URL: http://archvuz.ru/2006_3/2 (reference date: 28.07.2013).
8. Victor Hugo and Architecture // University of Houston, 2017. URL: <http://www.uh.edu/engines/epi2293.htm> (reference date: 05.08.2018).
9. Lebedev Yu. S. Architecture and bionics. M. : Znaniye, 1971. 119 p.
10. Giuseppe Strappa. City as organism. Rome : U+D edition Rome, 2016. 482 p.
11. Budnikova A. Architectural topology and phenomenon of biomimicry // Syg.ma : daily internet-edition. 2017. URL: <http://archi.ru/press/russia/71491/arkhitekturnaya-topologiya-i-fenomen-biomimikrii> (reference date: 08.05.2018).
12. Michel Ragon. Cities of the Future. M. : Mir, 1969. 296 p.
13. Aidarova G. N. Resource-saving architecture as an alternative to modern development // Resource and energy saving as motivation for creativity in the architectural and construction process. Proceedings of the annual meeting of RAACS. 2003. P. 204–205.
14. Santiago C. P. Dialogue Between Nature and Architecture. Barcelona : MBArch, 2016-2017. 204 p.

УДК 72.03

Князева Марина Вячеславовна

кандидат исторических наук

E-mail: marina1859@mail.ru**Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета**

Адрес организации: 390037, Россия, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, д. 26/53

**Профессиональная деятельность и архитектурное творчество
рязанских губернских архитекторов в контексте реализации
градостроительной реформы (1780-1860 гг.)****Аннотация**

Постановка задачи. В данной статье предполагается рассмотреть профессиональную и творческую деятельность зодчих, занимавших должность губернского архитектора, с момента образования Рязанской губернии до середины XIX в. и выявить результаты их работы.

Результаты. На основе большого количества выявленных архивных документов, нормативно-законодательных документов и библиографического материала предпринята попытка описать деятельность рязанских архитекторов и как государственных служащих, и как созидающих людей. С одной стороны, они, в силу своих профессиональных обязанностей, «впитывали» в себя проблемы общества и были призваны раскрывать и решать их. С другой, такие специалисты в ходе бесконечной вереницы законодательных актов, распоряжений и циркуляров, оставались художниками и творцами.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в том, что краткие биографические сведения, приведенные в статье, а также указанные и описанные наиболее значимые авторские постройки, возведенные в ходе реализации градостроительных мероприятий, позволяют оценить их вклад в архитектурное обустройство города Рязань.

Ключевые слова: Россия, рязанский губернский архитектор, профессиональная и творческая деятельность, градостроительная реформа, архитектурно-планировочное переустройство, памятники архитектуры.

Введение

Рязань – один из древнейших городов центральной части России. И, как в любом историческом городе, в нём много старинных зданий, которые веками определяют архитектурный облик города. Их художественное своеобразие и пластическое решение сначала появляется на кальке архитектора, а потом, как объект, воплощается в жизнь, руководствуясь культурными и художественными запросами и материалами того времени. В этих памятниках архитектуры отразилось индивидуальное своеобразие Рязанского края, материальная и духовная жизнь прошлых поколений. Однако мало кто сможет назвать авторов этих построек. Как правило, мы ассоциируем памятники истории и искусства с тем, что там учился какой-нибудь политик, жил выдающийся деятель или работал врач. И очень трудно найти информацию о тех, кто создавал все эти величественные сооружения и произведения архитектуры. Многие авторы многовековых построек, сохранившихся на территории города, были не просто художниками и творцами, они занимали руководящий пост в органах рязанской архитектурно-строительной службы.

Образование архитектурной службы

Многие значительные для России события и судьбы тесно переплелись с многовековой историей Рязани. Именно на Рязанской земле, призванной противостоять набегам степных кочевников, словно наперекор своему торговому и оборонительному предназначению и стал зарождаться центр самобытной культуры.

Что сыграло наиболее значимую роль в столь стремительном духовном развитии города и что послужило вдохновением для созидания удивительного архитектурного облика Рязани – особенное ли природное богатство края, влияние ли часто вторгающихся

иноземных культур, а может быть, просто необычная концентрация творчески мыслящих людей? Несомненно, все эти составляющие стали неисчерпаемым источником для постепенного становления города, который сегодня по праву называют душой России.

Отправной точкой культурного возрождения города стал Золотой век императрицы Екатерины II, который принес Переяславль-Рязанской провинции не только статус Рязанской губернии, но и определенную целенаправленность и основательность в отношении создания внешнего убранства. В стремлении придать исторически сформированным русским городам характер европейского города [1-3] во второй половине XVIII столетия предпринимаются попытки по перепланировке и реконструкции этих поселений. В рамках всеобщей градостроительной политики более четырех сот городов Российской империи должны были получить генеральные планы, основанные на принципах регулярности [4]. Такой план (рис. 1а) был сделан для вновь учрежденной Переяславль-Рязанской провинции и 31 августа 1780 г. Высочайше утвержден Екатериной II [5]. Согласно регулярному плану, живописная застройка города заменялась прямолинейной сеткой улиц, завершающихся площадями, что в корне меняло характер губернского центра.

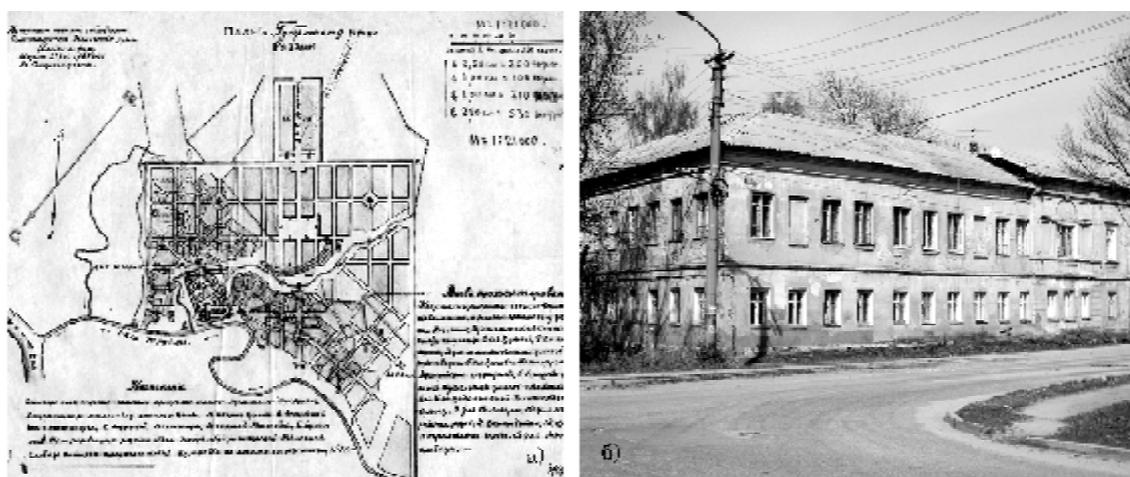


Рис. 1. а. Копия плана Губернскому городу Рязани
(Рязанский историко-архитектурный музей-заповедник (РИАМЗ). НВ-1184);
б. Дашковская богадельня, фото – апрель 2010 г. (иллюстрация автора)

Архитектурно-планировочное переустройство было отдано в компетенцию местных учреждений – губернских правлений. Поэтому практически одновременно с созданием Рязанской губернии выходит указ о штатах, содержащий перечень вводимых должностей и примерный расход денежного содержания. В соответствии со штатным расписанием, устанавливалась должность губернского архитектора с жалованьем 400 руб. в год [6]. Должностная инструкция предписывала широкий спектр обязанностей: от размещения, планируемых к постройке, зданий в новой по структуре планировке города и содержания в порядке существующих общественных и казенных зданий и дорог до составления проектов и смет на ремонт и возведение зданий.

Рязанские губернские архитекторы

Яков Иванович Шнейдер, вошёл в историю как первый архитектор рязанского наместничества (изначально губернии назывались наместничествами).

Точных сведений о нём нет. Возможно, что дата рождения 1738 г. Есть также предположение, что с 1755 г. находился в службе при Иностранной коллегии. Его служебная и творческая деятельность с Рязанской землей определилась после того, как в августе 1778 г. Екатериной II было учреждено Рязанское наместничество. Создание рязанской губернии было поручено генерал-губернатору Михаилу Никитовичу Кречетникову, который, по своему усмотрению, стал формировать губернские учреждения и набирать специалистов. Из Калуги для составления планов городов Рязанской губернии он выписал местного архитектора Я.И. Шнейдера [7, с. 27].

Благодаря хлопотам Кречетникова, пожаловавшего 10 000 рублей, была проведена реконструкция Архиерейского дома. В этой работе принимал участие Яков Иванович. Он собственноручно выполнил план и в 1778-1780 гг. построил по своему проекту два верхних этажа восточной части Архиерейского дома.

Корпус рязанских губернских архитекторов возглавил Илья Семенович Волков (1746 -?). Был назначен на должность в 1779 г. Именно он начал осуществление первого регулярного плана в соответствии с реализацией губернской реформы, предполагавшей застройку города каменными зданиями.

Документальных материалов биографического характера к настоящему времени обнаружено сравнительно мало, но и они позволяют судить о Волкове, как о талантливом архитекторе. Известно, что в 1757-1765 гг. будущий губернский архитектор учился в Конторе Строений императорских домов и садов. В 1765 г. за успехи в науках был произведен в архитекторские помощники. Предположительно с 1767 г. работал в Комиссии по планированию и застройке городов Российской империи [8, с. 60].

Будучи в должности губернского архитектора, по своему проекту производит ремонт Христорождественского собора, осуществляет пристройку двух приделов: Рождественского и Всех Святский (1780-1781 г. Рязань, Кремль).

Сохранилось одно из первых каменных строений, так называемая Богдельня купца Дашкова (рис. 1б), возведенная на углу улицы Затинной по проекту Волкова [9, с. 128]. Ему приписывается авторство рязанского Почтового дома и бывшей Гостиницы Михайлова (Рязань, ул. Почтовая, 55).

По характеру кладки и декоративному оформлению, прослеживается несколько периодов в строительстве б. Гостиницы Михайлова (конец XVIII и середина XIX вв.). Располагается на одной из главных улиц, спроектированных по регулярному плану 1780 г., как средний луч в трехлучевой планировочной композиции города. Была единственным трехэтажным зданием на всю улицу. В современном виде имеет несколько объемов, соединенных переходами, примкнувших со двора к основной трехэтажной угловой постройке. Главный фасад, обращенный на ул. Почтовую, расчленен рустованными филанчатыми лопатками на три части: крайними в три оконных оси, центральной – в пять. В торце главного корпуса находилась летняя веранда ресторана (в настоящее время она застроена). Со стороны, протекавшей когда-то, речки Лыбеди располагался парадный подъезд, сооруженный в виде лоджий с гладкими массивными колоннами и кубическими капителями. Там предполагалось устроить сад для ресторана. Однако замыслам не суждено было сбыться, так как впоследствии сюда пристроили здание кинотеатра, не имеющего декоративных изысков. Трехэтажный корпус с мансардой и подвалом на уровне второго этажа опоясан балконом с ажурной ковanej решеткой ограждения. В специальные круглые отверстия в полу балкона некогда в летние дни ставили кадки с пальмами, придававшие зданию экстравагантный вид.

Пребывание И.С. Волкова на рязанской земле было непродолжительным. В 1782 г. он переводится на должность архитектора Тульского наместничества и переезжает в Тульскую губернию.

На освободившееся место определяется Иван Григорьевич Сулакадзев (25.05.1741-05.04.1821). Он родился в Москве, происходил «из комиссарских детей» [10]. Из реестра представления чинами служащих Рязанского наместничества от Геральдии следует, что до 1782 г. Иван Григорьевич занимал ряд канцелярских должностей. Начав службу 22 августа 1760 г. в главной Дворцовой канцелярии – «подключником» конторы, в мае 1763 г. был переведен в стряпчие. В 1782 г. из «оной» конторы был уволен и определен в Рязанское наместническое правление губернским архитектором. К моменту назначения ему исполнилось 41 год.

Развиваясь по подтвержденному плану, городская застройка к тому времени только начинала складываться. Несмотря на это, деятельность Сулакадзева в Рязанской губернии ознаменовалась постройкой большого количества общественных строений.

Многие из построек И.Г. Сулакадзева дожили до наших дней, находятся на государственной охране. Став свидетелями исторических событий и политических перемен, эти здания и сооружения раскрывают историю их реального бытия и целесообразности использования в различных условиях. Уже по этимологии своего

слова, они прежде всего отражают духовное понимание того времени, к которому отнесены, сохраняя в неприкосновенности не художественный образ, а внешний облик в том виде, в каком он был во время знаменательных событий.

Ивану Григорьевичу принадлежит авторство «Оперного дома» (1787 г.), Каменных кордегардий (1784 г., не сохранились), Присутственных мест (1786 г.), Корпусов Гостиного двора (1790 г.), Мальшинской богадельни (1807 г.), Глебовского моста (XVIII в.) и др.

Ему приписывается авторство одного из крупнейших каменных зданий того периода, поставленного на государственную охрану под названием «Редутный дом» (рис. 2а). Довольно большое по тем временам двухэтажное здание, а именно 50 саж. длины и 20 саж. ширины, выходило своим главным фасадом на Семинарскую улицу. Возведено в начальный период осуществления регулярного плана на средства и по заказу Приказа общественного призрения в благотворительных целях. Датируется 1785 г.

По своему декоративному убранству здание скромное, его украшением служит лишь четырёхколонный тосканский портик. Четыре гладкие белокаменные колонны поддерживают антаблемент с гладкой фризовой частью, увенчанный треугольным фронтоном. Карниз обогащен небольшими сухариками.

С именем И.Г. Сулакадзева связаны и храмовые сооружения, такие как церковь в селе Шумашь [11] и церковь в честь Тихвинской иконы Божией матери в Пехлеце (1805 г.).

На протяжении двадцати шести лет Иван Григорьевич Сулакадзев занимал пост рязанского губернского архитектора. На его эпоху выпало правление трех императоров и восьми губернаторов. Он ушёл в отставку с полным пенсионом 18 сентября 1808 г. Скончался 5 апреля 1821 г. в возрасте 75 лет, был погребен на Лазаревском кладбище в г. Рязани.

С 1808 г. по 1811 г. должность рязанского губернского архитектора занимал Никифор Петрович Милунов (~1778-1811 гг.). В литературе и архивных документах встречается написание фамилии как «Милуков». Выявленные материалы из государственного архива Рязанской области очень скудны. По ним удалось установить, что у Никифора Петровича имелись брат Егор и племянница Александра. Сам он был женат на Елизавете. После смерти не оставил ей ничего кроме долгов, дворовой земли и деревянного дома, который находился под залогом [12].

В 1809 г. по просьбе купцов-владельцев Н.П. Милунов разработал проект реконструкции торговых рядов Гостиного двора «с поднятием вверх по данной, ко украшению города, фасаду с колоннадою и пилястрами» [13, с. 175]. Им был сочинен один из вариантов постройки Рязанской духовной семинарии. Однако проект не был принят, а в 1812-1816 гг. здание семинарии возвели по проекту петербургского архитектора А.А. Михайлова.

В течение всего 1811 г. исполняющим обязанности губернского архитектора был губернский землемер Андрей Карлович Аргилландер [14, с. 55].

В феврале 1812 г. губернским архитектором назначается тридцатидвухлетний Николай Дмитриевич Шеин (~1780-?). Родился будущий зодчий в семье обер-офицера, когда в стране шли бурные преобразования по переустройству городов. И, возможно, в совсем ещё детской головке порывы служить отечеству и быть нужным послужили толчком для поступления в межевую канцелярию, куда девятилетний мальчик был записан в мае 1789 г. второклассным учеником помощника. Через четыре года он становится первоклассным учеником. В апреле 1795 г. определяется помощником сержантского чина в штат Московской управы благочиния к архитектурским делам и именуется теперь губернским регистратором. С открытием конторы городских строений в марте 1799 г. находится на службе в одной с тем же званием. В октябре 1801 г., в честь коронации Александра I, повелением его императорского величества произведен коллежским регистратором. После упразднения конторы городских строений был возвращен в штат управы благочиния, в которой проработал до марта 1804 г. За выслугу лет в декабре 1804 г. производится в чин губернского секретаря, через три года становится коллежским секретарем, в 1813 г. – титулярным советником.

Состоял на службе рязанского губернского архитектора 11 лет. Его нахождение в должности совпало с короткой, но очень напряженной, Отечественной войной 1812 года. В то время деятельность административной машины была практически остановлена. В связи с этим издаются именные указы, запрещающие возведение каких-либо гражданских

строений независимо от их ведомственной принадлежности. Существенная доля денежных средств шла на постоянный ремонт казенных зданий, поэтому вектор профессиональной деятельности Шеина, в основном, был направлен в область партикулярного строительства. Приобретая опыт и оттачивая творческие способности на строительстве жилых домов, Шеин смог в полной мере выразить их при выполнении проекта деревянного дома для княгини Барятинской. Им своеобразно решается центральная часть. Четырех колонный портик, характерный для стиля классицизма, завершался не обычным фронтоном, а мезонином, который на декоративных кронштейнах поддерживал треугольный фронтон, что говорило о незаурядном таланте архитектора (рис. 2).



Рис. 2. Редутный дом, фото – апрель 2010 г. (иллюстрация автора)

Следующим губернским архитектором, принявшим участие в процессе упорядочивания застройки Рязани по регулярному плану, стал Александр Егорович Биндеман (~1780-?). Из «иностранцев датской нации» лютеранского вероисповедания. Состоял в должности с 1823 по 1836 годы.

К двадцатым годам XIX в., возведённые в екатерининские времена, деревянные остроги стали приходить в негодность. В связи с этим возникла необходимость в постройке новых каменных пенитенциарных учреждений. Строились они, в основном, по «образцовым» проектам. В силу своих должностных обязанностей, зодчий приступил к возведению тюремных заведений на территории Рязанской губернии.

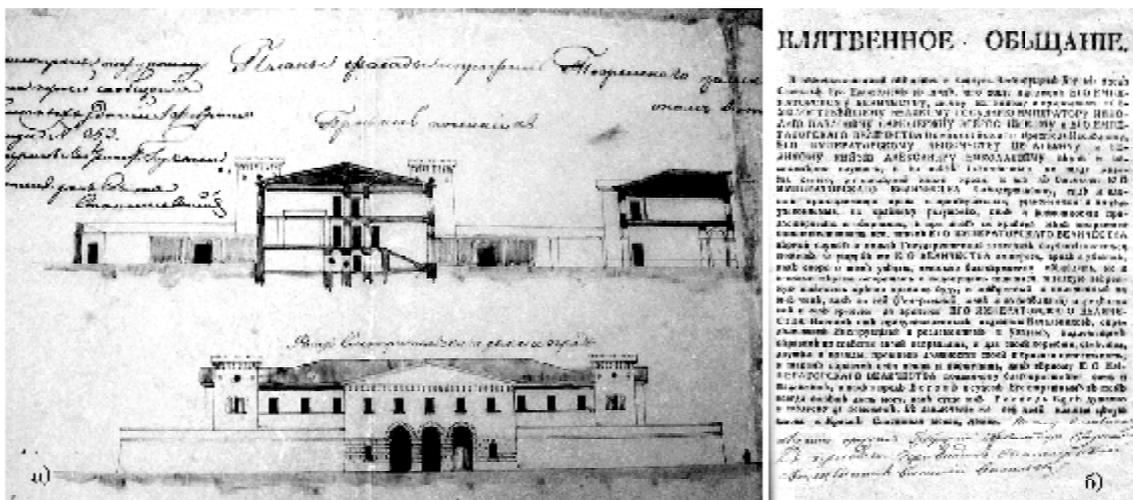


Рис. 3. а) План тюремного замка. 1835 г. (ГАРО. Ф. 859. Оп. 1. Д. 316. Л. 244);
 б) Клятвенное обещание (ГАРО. Ф. 859. Оп. 1. Д. 548. Л. 26)

Среди осуществленных проектов Биндемана Рязанский – тюремный замок (1824 г., Рязань). Его объемно-пространственная композиция складывалась из главной двухэтажной постройки, окруженной высокой стеной с въездным корпусом в пять осей окон и двумя флигелями. Четыре угловые эффектно выступающие башни с зубцами придавали двухэтажному зданию пластично-скругленный объем. До наших дней здание дошло практически без существенных изменений. Используется по первоначальному назначению (рис. 3а). Под руководством зодчего построены тюремные замки в городах Касимове и Сапожке.

Он также осуществлял контроль за строительством воинских (артиллерийских) казарм (Первомайский проспект, д. 25), возведенных в 1829 г. После установления советской власти, в здании располагалось артиллерийское училище, с 1941 г. и по настоящее время – госпиталь. Поставленный вдоль красной линии, двухэтажный (3-ий этаж надстроили в начале XX в.), прямоугольный в плане корпус сооружен в стиле классицизма. Его восьмиколонный портик подчеркивает выразительную обработку монументальных форм.

Однако А.Е. Биндеман не только руководил производством работ, он и занимался проектированием общественных и частных сооружений. Он является автором здания гарнизонной Гауптвахты, предназначавшейся для содержания штрафных рот [14, с. 196]. Одним из основных факторов в формировании архитектурного облика важных общественных зданий и дворянских домов являлось обязательное наличие ордерной системы. Поэтому центр небольшого одноэтажного здания был акцентирован парой тосканских колонн, за которыми в углублении находится вход в помещение.

Среди известных работ зодчего проекты каменных жилых домов для дворян Дубовицких [там же] и генерала О.Е. Павленкова [там же, с. 207].

Известно участие Биндемана в проектировании и возведении храмовых сооружений. В 1824 г. он занимался реконструкцией колокольни Казанской церкви в селе Константиново Рыбновского района. В 1830 г. разрабатывает проект достройки Соборной колокольни Кремля в стиле ампир (к этому моменту было построено два её яруса), который не был утверждён. Её строительство через десять лет завершил следующий губернский архитектор – Н.И. Воронихин.

За ревностную и отлично-усердную тринадцатилетнюю службу был награжден орденом Святой Анны 3-ей степени, Знаками отличия безупречной 15-ти и 20-ти летней службы. Регулярно поощрялся чинами. В 1808 г. он – коллежский секретарь, в апреле 1811 г. причислен к Геральдии, в декабре 1815 г. – титулярный советник.

В мае 1836 г. подал прошение об увольнении в связи с болезнью.

Преобразования в архитектурно-строительной службе

С начала создания и по 1832 г. все дела по архитектурно-градостроительной деятельности были сосредоточены в ведении Министерства Внутренних Дел. В последующие годы происходит ряд преобразований. С 1832 г. архитектурно-строительная служба становится подведомственной Главному управлению путей сообщений и публичных зданий. Сформированная в сентябре 1833 г., Рязанская губернская строительная комиссия в 1849 г. ликвидируется и образуется Рязанская губернская строительная и дорожная комиссия.

И без того широкий диапазон должностных обязанностей губернских архитекторов расширился. Помимо контроля за постройкой и исправным состоянием казенных и общественных зданий и сооружений, губернские архитекторы наблюдали ещё и за частным строительством. Кроме того, готовили и визировали сметы и проекты на возведение новых и ремонт существующих строений. Следили за состоянием дорог и мостов.

Рязанские губернские архитекторы

Одним из самых крупных рязанских зодчих того времени был Николай Ильич Воронихин (1812-1877), племянник известного русского архитектора Андрея Никифоровича Воронихина. Образование получил в Императорской Академии Художеств. В ноябре 1831 г. ещё совсем молодым юношей определяется на службу помощником архитектора собственного Его Императорского Величества Дворца. На тот

момент ему исполнилось девятнадцать лет. В этой должности он находится до 21 июля 1832 г. и «по прошению его от Службы по Дворцу уволенъ для определенія к другим деламъ» [15]. С 21 июля 1832 г., по предписанию Департамента разных податей и сборов, был определен архитектором в рязанскую казенную палату. В августе 1836 г. согласно прошению был принят на должность рязанского губернского архитектора в Рязанскую губернскую строительную комиссию.

Заступая на службу, губернские архитекторы, давали клятвенное обещание верно служить Отечеству. Такой документ сохранился в фондах ГАРО (рис. 36).

Первой авторской работой зодчего стала достройка Успенской колокольни в Кремле, инициаторами которой являлись рязанские меценаты П.А. Мальшин и Г.А. Рюмин. По проекту Николая Ильича были сооружены 3-й и 4-й ярусы этого величественного сооружения, ставшего не только главной вертикалью в панораме города, но и архитектурной «жемчужиной» Рязани. И именно применительно к Успенской соборной колокольне справедливо высказывание, что «здание не является действительно произведением архитектуры, если оно не является каким-то образом украшенным» (перевод) [16].

Ступенчатый силуэт колокольни отличается объемно-пластическим решением, в котором первый ярус представляет собой восьмерик со сквозной аркой. На него поставлен четверик. Два верхних яруса – круглые в плане. Причем четвертый ярус выполнен не из кирпича, а из металла. Это решение было принято Ворониным, во избежание перегрузки фундамента. Весь объем артикулирован портиками с коринфскими колоннами по всей высоте. Все ярусы прорезаны арочными проемами. В интерколумниях третьего яруса, на постаментах расположились фигуры херувимов. Увенчана колокольня 25-метровым позолоченным шпилем, что приводило архитектурную композицию к логическому довершению. В настоящее время в полукружьях четвертого яруса размещены циферблаты часов.

В конце 1850-х гг. по проекту Воронихина под величественное здание Дворянского Депутатского Собрания перестраивается, ранее существовавший на улице б. Астраханской, Почтовой дом Александровского Воспитательского заведения.

Будучи на государственной службе, Н.И. Воронихину приходилось объезжать весь рязанский край. Постройки, созданные им, можно встретить в Спаске, Касимове, Ряжске, Михайлове, Раненбурге и на других удаленных от Рязани территориях области.

Кроме общественных строений, зодчим были сделаны оригинальные проекты культовых сооружений. В 1854-1862 гг. по проекту Воронихина строится громадный Вознесенский собор в г. Касимове. Увенчав постройку пятью шатрами, он воспроизвел композицию пятишатрового древнерусского храма. Дошедший до наших дней собор претерпел много изменений. В настоящее время он увенчан одним шатром с двумя рядами разновеликих кокошников у основания. В декоративном убранстве выделяются кубышчатые колонны, килевидные архивольты арочных окон барабана, фронтон с барельефным крестом, белокаменные составные полуколонны. Церковь имеет большое градостроительное значение, расположена на центральной городской площади.

В возрасте сорока восьми лет, из-за болезни глаз, Воронихин выходит в отставку. В 1861 г. вместе с семьей переезжает в Москву на постоянное место жительства, где продолжает работать как свободный архитектор, занимаясь частной практикой. В этот период он создает проект надвратной колокольни б. Казанского монастыря в Рязани (1868 г.).

В 1860 г. на должность рязанского губернского архитектора назначается Николай Федорович Карчевский (1827-1828 – 04.1897). Из обер-офицерских детей, православного вероисповедания [17].

По окончании классической гимназии, где мальчик Коленка получил начальное образование, Карчевский поступает в Училище гражданских инженеров. В декабре 1842 г. заведение объединяется с архитектурским училищем. Именуется теперь Строительным училищем, относившимся к ведомству Главного управления путей сообщений и публичных зданий. Заканчивает его в 1843 г. с чином 12 класса.

Карьера Н.Ф. Карчевского складывалась удачно. В декабре 1844 г. он назначается в Каменец-Подольск на должность губернского архитектора. С 1860 г. находится на руководящем посту в строительном отделении Рязанского губернского правления. После

выхода в отставку в 1862 г., занимается частной практикой. В дальнейшем он работает вольным, затем витебским, губернским архитектором [18]. В 1884 г. возвращается в Рязань, но теперь на должность губернского инженера (в феврале 1890 г. он еще работает в этой должности). Его жалование составляло 700 руб. в год и столовых 700 руб., всего 1400 руб. [17].

Согласно интернет-ресурсам, выявлен широкий перечень, производимых им, работ по перестройке сооружений. Вместе с тем полученное образование инженера-архитектора позволило Карчевскому создать свои произведения. В 1858 г. им составлен первый план Каменец-Подольской земской больницы (1864-1887 гг.) [19]. Будучи Витебским губернским инженером, разрабатывает проект нового здания Витебской гимназии [20]. Находясь на службе в рязанской губернии, составляет чертёж церкви в с. Вакино Зарайского уезда (1885-1888 гг.).

Подводя итог вышеизложенному, можно с уверенностью утверждать, что деятельность рязанских губернских архитекторов была направлена на реализацию губернской реформы конца XVIII в.-сер. XIX в. Архитектурно-пространственные преобразования проводились в соответствии с концепцией первого регулярного плана, через творческий поиск архитектурных решений, в контексте градостроительной политики эпохи классицизма.

Выводы

В ближайшем будущем Рязань планирует войти в перечень исторических городов. Поэтому данное исследование, давая представление о вкладе рязанских губернских архитекторов в создание историко-архитектурного облика Рязани, позволит отдать дань уважения к истории, культурным традициям, и поможет в изучении и в сохранении памятников архитектуры не только Рязанской области, но и России в целом.

Список библиографических ссылок

1. Koch Wilfried. Style w architecture. Warszawa : Swiat Ksiazki, 2005. 536 p.
2. William Graft Brumfield. A History of Russian Architecture. London : University of Washington Press, 2010. 80 p.
3. Rosenblum R. Transformations in Late Eighteenth Century Art. Princeton. New York, 2013. 356 p.
4. Stephen J. Lee. Peter the Great. Routledge, 2013. P. 31.
5. Полное собрание законов Российской империи. ПСЗ РИ. Собрание-1; 1780 г. Т. XX. № 15051. 975 с.
6. Государственный архив Рязанской области (ГАРО). Ф. 5. Оп. 2. Д. 2. Л. 21.
7. Акульшин П.В., Димперан Л.В., Мельник А.Н.; Поздняк Е.Н., Пономаренко Н.В., Синельникова Т.П., Чеклуев В.В. История рязанской власти: Руководители Рязанского края, 1778-2008. Правительство Ряз. обл. Рязань : Изд-во Ряз. обл. тип., 2008. 520 p.
8. Белецкая Е.А. «Образцовые» проекты в жилой застройке русских городов XVIII-XIX вв. М., 1961. 2015 с.
9. Агарев. А.Ф., Курьшкин В.П. Рязанская история в событиях и лицах / Книга в 4-х частях. Рязань : Русское слово. 2012. 304 с.
10. ГАРО. Ф. 3. Оп. 1. Д. 208-в. Л. 100-об.
11. Титов А. А. По Мещере. Ч. 1. URL: http://www.litsovet.ru/index.php/material.read?material_id=24315 (дата обращения: 01.01.2019).
12. ГАРО. Ф. 4. Оп. 19. Д. 213. Л. 1-12.
13. Филиппов Д.Ю. Застройка площади Гостиного двора Рязани в конце XVIII-начале XIX века (опыт архивной реконструкции) // Вторые Яхонтовские чтения. Материалы научно-практической конференции. Рязань, 23-25 октября 2002 года. Рязань, 2003, С. 171-181.
14. Свод памятников архитектуры и монументального искусства России / Гос. Ин-т искусствознания Министерства культуры РФ. М. : Наука, 1998. (Свод памятников истории и культуры России). Рязанская область: В 4 ч. Ч. 1. М. : Индрик, 2012. 880 с.

15. ГАРО. Ф. 859. Оп. 1. Д. 548. Л. 10.
16. Summerson, John, The Classical Language of Architecture, 1980 edition, Thames and Hudson World of Art series. URL: https://wikivisually.com/wiki/The_Classical_Language_of_Architecture (дата обращения: 14.01.2019).
17. ГАРО. Ф. 4. Оп. 47. Д. 4610. Л. 8.
18. Комарова И. И. Карчевский Николай Федорович //Справочник Научных Обществ России. URL: http://www.snor.ru/?an=pers_164 (дата обращения: 01.01.2019).
19. Власенко П. Г. Памятники градостроительства и архитектуры Украинской ССР. Оцифрованный одноименный справочник в 4-х томах : Будивэльник. 1983-1986 гг. (137-я страница 4-го тома). URL: <http://ua.vlasenko.net/pgs/pgs-html/pgs4-137.html> (дата обращения: 02.01.2019).
20. Абрамова И. Где учились в старину. URL: http://www.vitbichi.by/news/kultura/post_201.html (дата обращения: 01.01.2019).

Knyazeva Marina Vyacheslavovna

candidate of historical sciences

E-mail: marina1859@mail.ru

Ryazan Institute (branch) of the Moscow Polytechnic University

The organization address: 390000, Russia, Ryazan, Pravo-Lybeskaya st., 26/53

**Professional activity and architectural creativity of Ryazan provincial architects
in the context of the implementation of urban planning reform (1780-1860)**

Abstract

Problem statement. This article is supposed to consider the professional and creative activity of architects who held the position of a provincial architect from the moment of the formation of the Ryazan province until the middle of the XIXth century and identify the results of their work.

Results. On the basis of a large number of identified archival documents, regulatory documents and bibliographic material, an attempt has been made to describe the activity of Ryazan architects both as civil servants and as creative people. On the one hand, they, by virtue of their professional duties, «absorbed» the problems of society and were called upon to them. On the other hand, such specialists, in the course of an endless chain of legislative acts, decrees and circulars, remained artists and creators.

Conclusions. The article provides brief biographical information, identifies and describes the most significant author buildings erected during the implementation of town planning activity, which allows evaluating their contribution to the architectural arrangement of the city of Ryazan.

Keywords: Russia, Ryazan provincial architect, professional and creative activity, urban planning reform, architectural and planning reorganization, architectural monuments.

References

1. Koch Wilfried. Style w architecture. Warszawa : Swiat Ksiazki, 2005. 536 p.
2. William Graft Brumfield. A History of Russian Architecture. London: University of Washington Press, 2010. 80 p.
3. Rosenblum R. Transformations in Late Eighteenth Century Art. Princeton. New York, 2013. 356 p.
4. Stephen J. Lee. Peter the Great. Routledge, 2013. P. 31.
5. The complete collection of laws of the Russian Empire. PSZ RI. Collection-1. 1780. Vol. XX. № 15051. 975 p.
6. The State Archive of the Ryazan Region (SARR). F. 5. In. 2. C. 2. L. 21.
7. Akulshin P. V., Dimperan L. V., Miller A. N., Pozdnyak E. N., Ponomarenko N. V., Sinelnikova T. P., Chekluev V. V. The history of the Ryazan power. The leaders of the Ryazan region, 1778-2008. The Government of the Ryaz. region. Ryazan : Publishing House Ryaz. region typ., 2008. 520 p.

8. Beletskaya E. A. «Exemplary» projects in residential buildings of Russian cities of the XVIII-XIX centuries. M., 1961. 205 p.
9. Agarev A. F., Kuryshkin V. P. Ryazan history in events and faces. Book in 4 parts. Ryazan : Russian word. 2012. 304 p.
10. SARR. F. 3. In. 1. C. 208-b. L. 100.
11. Titov A. A. On Meshchora National Park. Part 1. URL: http://www.litsovet.ru/index.php/material.read?material_id=24315 (reference date: 01.01.2019).
12. SARR. F. 4. In. 19. C. 213. L. 1-12.
13. Filippov D. Yu. Construction of the Gostiny Dvor Square in Ryazan at the end of the XVIII-beginning of the XIX century (the experience of archival reconstruction) // The Second Yahontovsky readings. Materials of the scientific-practical conference. Ryazan, October, 23-25, 2002. Ryazan, 2003. P. 171–181.
14. The Code of architectural monuments and monumental art of Russia / State. Institute of Art Studies of the Ministry of Culture of the Russian Federation. M. : Nauka, 1998. (Code of monuments of history and culture of Russia). Ryazan Region: 4 parts. Part 1. M. : Indrik, 2012. 880 p.
15. SARR. F. 859. In. 1. C. 548. L. 10.
16. Summerson, John, The Classical Language of Architecture, 1980 edition, Thames and HudsonWorld of Art series. URL: https://wikivisually.com/wiki/The_Classical_Language_of_Architecture (reference date: 14.01.2019).
17. SARR. F. 4. In. 47. C. 610. L. 8.
18. Komarova I. I. Karchevsky Nikolai Fedorovich // Reference book of Scientific Societies of Russia. URL: http://www.snor.ru/?an=pers_164 (reference date: 01.01.2019).
19. Vlasenko P. G. Monuments of town planning and architecture of the Ukrainian SSR. Digitized reference book of the same name in 4 volumes : Budivel'nik. 1983-1986 (137th page of the 4th volume). URL: <http://ua.vlasenko.net/pgs/pgs-html/pgs4-137.html> (reference date: 02.01.2019).
20. Abramova I. Where they studied in the old days. URL: <http://www.vitbichi.by/news/kultura/post201.html> (reference date: 01.01.2019).

УДК 72.01

Хасанов Ринат Раилевич

архитектор

E-mail: hvsynov@gmail.com

ООО АСК «Space for Soul Architects»

Адрес организации: 420029, Россия, г. Казань, ул. Кави Наджми, д. 5

Киносьян Наталья Станиславовна

старший преподаватель

E-mail: kinosa@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Подходы к архитектурно-градостроительной организации набережной им. Табеева в Набережных Челнах

Аннотация

Постановка задачи. В последние годы все большее внимание уделяется реконструкции существующих городских набережных, повышению качества благоустройства общественных пространств. Цель исследования – описание современных подходов архитектурно-градостроительной организации набережных, их внедрение в предлагаемую концепцию развития на примере набережной им. Табеева в Набережных Челнах. Необходимо проведение предпроектного и исторического анализа территории, определение актуальных проблем, выявление приоритетных направлений по организации пространства набережной.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в выявлении следующих современных подходов архитектурно-градостроительной организации набережных: урбанистического, ландшафтного, комбинированного, их апробации и внедрении в предлагаемую модель развития территории выбранной набережной.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в том, что выявленные подходы архитектурно-градостроительной организации набережных могут быть применены в проекте концепции развития не только выбранной набережной им. Табеева, но и при рассмотрении других набережных со схожими условиями.

Ключевые слова: подходы архитектурно-градостроительной организации, набережные, прибрежные территории, благоустройство, организация общественных пространств.

Введение

Набережные занимают важное место в жизни городов. Прибрежные территории обладают высоким рекреационным потенциалом с отличными условиями для отдыха и прогулок. Грамотное планирование набережной вносит положительный вклад в качество жизни горожан и экономики города, повышает его шансы в борьбе за конкурентное преимущество между городами.

Многие годы прибрежные территории использовались по-разному, в основном, в качестве грузовых портов, как правило, из-за удобства транспортировки грузов по воде. Грузовые порты способствовали развитию городов, привлечению инвестиций, что давало возможность стабильного экономического роста.

Современная практика городов, расположенных на берегах крупных водоемов, демонстрирует, что из-за прогресса в технологиях транспортировки особую актуальность приобретает тенденция переноса грузовых портов с береговой линии на окраины. Постепенное осознание ресурсного потенциала набережных предоставило возможности для возвращения их первоначальной значимости для жизни города. Прибрежные территории снова насыщаются жизнью и, по возможности, восполняют утраченную ландшафтную и экологическую составляющую. Прибрежные территории превращают в общественный городской центр, застраивают жильем, объектами досуга и культуры, набережные благоустраивают и создают там комфортные общественные пространства.

Однако текущее состояние архитектурно-градостроительной организации набережных в городах демонстрирует их сбалансированность не в полной мере, отсутствие четкого зонирования и ярко выраженной функциональной направленности, происходит постепенное сокращение и деградация озелененных территорий, городские водоемы подвергаются загрязнению, дестабилизируя экологическую обстановку. Возникает потребность в пересмотре подходов использования городских набережных, применении современных, более рациональных принципов и методик, отвечающих современным социальным стандартам качества и комфорта жизни горожан.

Вопрос изучения современных подходов и принципов организации пространства набережных все чаще поднимается во многих трудах. Особый вклад в исследование данной проблемы внес доцент кафедры РиРАН СГАСУ Д.В. Литвинов. В своей диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры «Градэкологические принципы развития прибрежных зон» он выделяет два подхода: «природно-ландшафтный» при преобладании зеленых пространств в структуре береговых зон и «урбанистический», когда природная среда вытесняется искусственными ландшафтами на принципах создания «второй природы» [1]. Доцент кафедры ТиПАП ВГАСУ Т.И. Задворянская в своей диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры «Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре прибрежных территорий крупных городов» выявляет следующие методы ландшафтно-градостроительной реконструкции набережных: 1) метод реструктуризации набережных; 2) метод зонирования прибрежных территорий; 3) метод визуального ориентирования пространства [2]. Проблемы формирования прибрежных территорий освещены в работах: Арсентьевой Ю.П., Богомоловой М.О., Данилиной О.С., Дворцовой Е.Н., Дёмина В.А., Домрачева Е.В., Захарчук Т.И., Кагайкина И.А., Ковалевой А.П., Козловой О.Е., Красильниковой Э.Э., Мальцевой Ю., Мельниченко А.В., Монастырской М.Е., Нефёдова В.А., Прохоровой М.А., Сидоровой В.В., Славиной Т.А., Сухих А.К.; Уралова А.В., Черноусовой Е.А., Шаровой Е.В., Шаховой М.Е., Яровой Н.П. и др.

Анализ

Набережные Челны – второй по величине город Республики Татарстан, расположенный вдоль крупного водоема – реки Кама, но благоустроенного в значительной мере выхода к ней не имеет. Водный каркас города дополняют менее крупные реки – Мелекеска, Челна, Шильна, озеро Лесное.

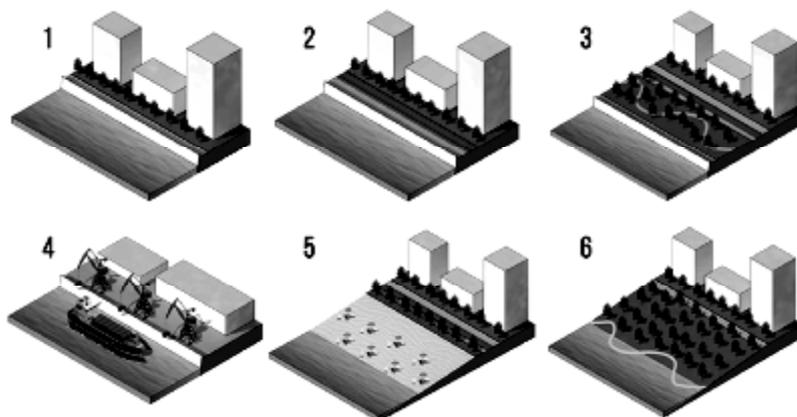


Рис. 1. Типология набережных в г. Набережные Челны (иллюстрация авторов)

Анализ существующего состояния прибрежных территорий Набережных Челнов (рис. 1) позволил определить основные типы набережных:

1. Жилая набережная.
2. Транспортно-пешеходная набережная.
3. Набережная городского парка.
4. Набережная в промышленной зоне.

5. Пляж.

6. Естественный берег.

1. Жилая набережная – жилая застройка расположена в непосредственной близости с водой. Автомобильное движение вдоль набережной отсутствует. Береговая линия оформлена парапетом, ограждением. Связь с акваторией – лестничные спуски, пандусы.

2. Транспортно-пешеходная набережная – представляет собой транспортную магистраль с пешеходным променадом вдоль береговой линии, примыкающим непосредственно к проезжей части. Береговая линия оформлена парапетом, ограждением. Связь с акваторией – лестничные спуски, пандусы. Как правило, вдоль берега расположены причалы.

3. Набережная городского парка – в непосредственной близости расположен городской парк с обширными озелененными пространствами. Автомобильное движение вдоль набережной отсутствует. Береговая линия оформлена парапетом, ограждением. Связь с акваторией – лестничные спуски, пандусы. Как правило, нижний уровень набережной используется в качестве пляжа.

4. Набережная в промышленной зоне – расположена в границах береговой полосы, непосредственно граничит с береговой линией, свободный доступ к воде затруднен или вовсе закрыт.

5. Пляж – территория береговой линии, сформированная естественным образом, организованная для массового отдыха и купания горожан. Пляж обычно представляет собой плоское пространство, покрытое песком. На большей части отсутствуют зеленые насаждения.

6. Естественный берег – берег, сохранивший природные очертания и естественную ландшафтную составляющую с отсутствием благоустройства. Берегоукрепление отсутствует.

Набережная им. Табеева расположена вдоль реки Камы в новой части города Набережные Челны (рис. 2). Относится к типу набережных городских парков и пляжей, поскольку в непосредственной близости расположен городской парк «Прибрежный» с обширными озелененными пространствами и городской пляж. Автомобильное движение вдоль набережной отсутствует. Береговая линия оформлена пешеходным променадом с парапетом, ограждением и велодорожкой. Связь с акваторией – лестничные спуски и пандусы. Как правило, нижний уровень набережной используется в качестве пляжа. Протяженность береговой линии – 3,3 км, общая протяженность пляжной зоны на нижнем уровне, включая городской пляж, пляж Лазурный, «платный» пляж, дикий пляж на территории бывшего яхт-клуба – 1 км.

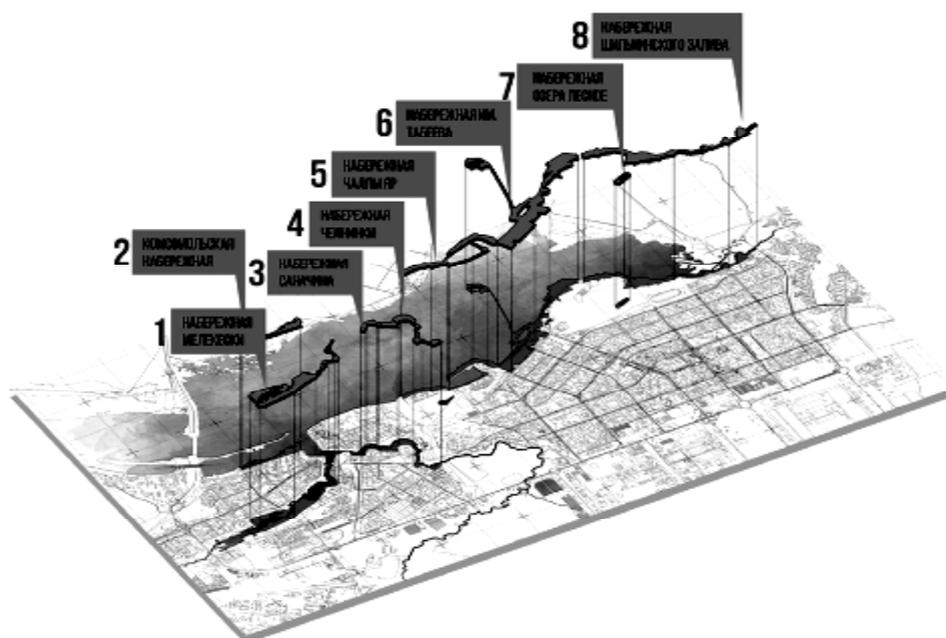


Рис. 2. Набережная им. Табеева (№ 6) в структуре г. Набережные Челны (иллюстрация авторов)

В 1973-1979 гг. на территории набережной располагался городской грузовой порт, который впоследствии был частично затоплен при создании Нижнекамского водохранилища [3].

Согласно генеральному плану развития города Набережные Челны, обширные территории вдоль берега Камы предполагались к освоению как зона отдыха горожан [4]. В настоящее время на данных территориях хаотично размещены производственные базы, парковки, неэксплуатируемые карьеры строительных материалов. Городской парк «Прибрежный», который предполагалось создать на базе лесного массива, на берегу Камы, по большей части неблагоустроен.

Первые шаги по благоустройству набережной начались в 2010 году – тогда был проведен конкурс «Набережные Челны – город, ощущающий реку» в рамках III Всероссийского конкурса дизайна водного транспорта и водной среды «Океан дизайна» [5], в результате чего была произведена частичная реконструкция набережной в 2013 году. Вдоль городской набережной уложили новый асфальт, провели освещение, сделали велодорожки, расширили зону для активного отдыха, перенесли ограду от дорожного полотна вплотную к краю гидротехнических сооружений набережной, уложили тротуарную плитку, произвели установку декоративных металлических конструкций [6].

Предпроектный анализ позволил выделить основные функциональные зоны прилегающей территории: жилая, коммерческая, образовательная, общественно-деловая, рекреационная, складская, спортивная и определить основные входы на набережную: с проспекта Х. Туфана, улицы Беляева и главной тропы парка «Прибрежный» (рис. 3-4).



Рис. 3. Функциональный анализ территории
(иллюстрация авторов)



Рис. 4. Анализ транспортно-пешеходных
связей (иллюстрация авторов)

На данный момент целевая аудитория набережной – это семьи, подростки, велосипедисты, спортсмены, горожане, выгуливающие домашних животных, студенты, бизнесмены, пенсионеры. Основные виды активности: катание на велосипеде, отдых на пляже, детские площадки, спортивные площадки, пляжный волейбол, ларьки с мороженым и фаст-фудом, приготовление шашлыка, рыбалка, вейкбординг, катание на водном скутере, плавание, раз в году на время проведения Дня молодежи монтируется сцена. Доступ на территорию осуществляется пешком, на велосипеде, на личном транспорте или на маршрутке.

Проблемы

Урбанизированный центр города обогнал в развитии набережную, которая в итоге осталась практически в первозданном виде. Территорию набережной можно охарактеризовать отсутствием функционального разнообразия, частичной недоступностью для посещения, нарушением взаимосвязи между рекреационными зонами города. Анализ набережной демонстрирует, что она не в полной мере отвечает современным требованиям и запросам городской среды и нуждается в реконструкции и более продуманной стратегии использования.

Несмотря на близкое расположение рекреационных зон: парка «Прибрежный», места массовых народных гуляний «Майдан», озера «Лесное», территория набережной все чаще становится малопривлекательной для населения, заброшенной, недостаточно обжитой ввиду отсутствия объектов притяжения людей, площадок для отдыха и проведения мероприятий в отличие от набережной Тукая в старой части города, которую реконструировали в 2016 году в рамках республиканской программы «Года водоохранных зон» [7]. Высокий уровень благоустройства и популярность недавно реконструированной набережной стали поводом еще большего оттока количества отдыхающих горожан на набережной Табеева.

В то же время отмечается высокая потребность в рекреационных пространствах на набережной – подтверждением тому являются попытки жителей самостоятельно осваивать прибрежные территории. Это, в свою очередь, приводит к стихийной организации детских площадок, мест для выгула собак, площадок для отдыха, выглядящих непривлекательно и небезопасно.

Наблюдается недостаточность озеленения вдоль береговой линии, а также неудовлетворительное состояние газонов. Многочисленные стихийные тропы на озелененных территориях приводят к частичной или полной деградации газона. Малые архитектурные формы, элементы городского дизайна, навигации и уличной мебели созданы без учета общего стилевого решения и не отвечают современным эстетическим требованиям. Остро стоит проблема стихийных парковок и барьеров, мешающих беспрепятственно перемещаться по территории, плохо просматривается связь с другими участками, город фактически «отрезан» от прибрежной полосы, что мешает ему развиваться в сторону реки.

Перечисленные проблемы диктуют необходимость пересмотра подходов использования городской набережной, необходимость применения современных, более рациональных принципов и методик, отвечающих современным социальным стандартам качества и комфорта жизни горожан.

Задачи

Основной задачей является раскрытие города на реку, необходимо комплексное благоустройство набережной, включающее организацию общественного городского пространства вдоль береговой линии. Необходимо обеспечить транспортную и пешеходную доступность к набережной, безбарьерность среды. Набережная должна стать украшением городского ландшафта, центром новых традиций, излюбленным местом отдыха, событийно наполненной точкой притяжения горожан, генератором городской активности. Успешная концепция развития набережной предполагает решение следующих задач:

- Создание единой транспортной инфраструктуры, включающей велодорожки и пешеходные пространства;
- Сохранение, обогащение и рациональное использование природных ландшафтов, ценных природных достопримечательностей;
- Регенерация и развитие территорий зеленых насаждений общего пользования, восстановление и реабилитация сложившихся элементов системы озеленения;
- Повышение качества благоустройства, создание полноценной зоны отдыха населения;
- Перенос производственных баз, складских помещений, АЗС, парковок и гаражей с целью более рационального использования территории;
- Ликвидация самовольных ограждений вдоль береговой линии;
- Формирование функционально разнообразной и насыщенной общественной зоны, размещение различных культурно-досуговых объектов, современного комфортного жилья;
- Создание новых типов среды, реализующих креативный потенциал водных пространств, новые формы освоения и организации прибрежных территорий в контексте современных тенденций, перспективных направлений развития городской культуры;

Подходы к решению задач

Принцип композиционно-планировочной организации предлагаемой концепции набережной основан на использовании «линейной модели», когда полоса городской

застройки и рекреационные зоны прибрежных территорий вытягиваются вдоль акватории, следуя её контуру [1].

Проект набережной предусматривает четкое функциональное зонирование согласно ярусам использования (рис. 5):

1. Верхний ярус предназначен для размещения жилых кварталов со смешанными функциями на первых этажах, оборудование обзорной площадки и мест для фотографирования;

2. На среднем предлагается разместить главный променад, культурно-досуговые и торговые объекты, кафе, рестораны;

3. Нижний ярус предусматривает пляжную зону с естественным берегом и размещением объектов проката водного вида транспорта.

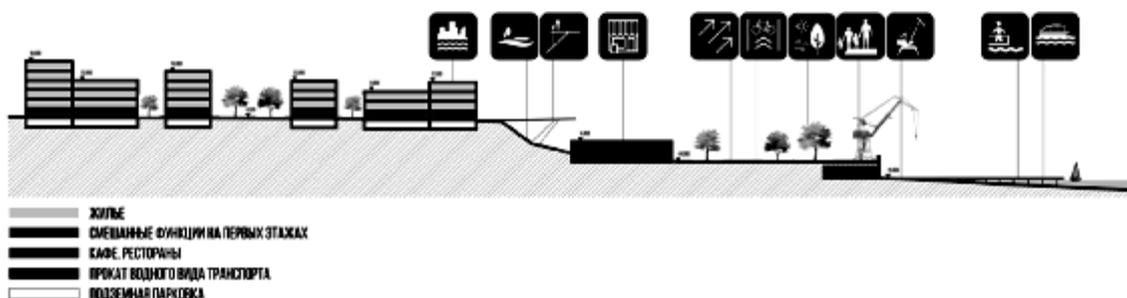


Рис. 5. Сечение набережной (иллюстрация авторов)

Архитектурно-градостроительная организация предусматривает четкое разделение территории на две зоны в зависимости от активности использования:

1. Активную и урбанизированную зону – за счет существующего транзита по улице Раскольникова участок от проспекта Дружбы Народов до проспекта Х. Туфана;

2. Спокойную и природную зону – с сохранением естественного ландшафта от проспекта Х. Туфана вдоль парка «Прибрежный» до яхт-клуба.

Подход к проектированию в обоих случаях существенно различается. В первом случае «урбанистический» подход предполагает создание искусственной среды, являющейся по большей мере продолжением архитектуры. Дизайн среды имеет нарочитую архитектурность, выражающуюся в характере благоустройства набережной, используемых материалах и принципах, малых архитектурных формах, осветительных приборах. Прибрежные территории, организованные на основе данного подхода, имеют в своей планировочной структуре геометрически правильные формы и ритмичную композицию. В урбанистическом подходе возможно использование также и природных компонентов, но они представляют собой лишь небольшую часть архитектурного образа. Данные природные элементы, как правило, имеют лаконичный дизайн, но могут быть и яркими акцентами, привнести ритм, добавить ландшафтную составляющую в архитектурную композицию [1]. Примеры урбанистического подхода – набережные Роны в Лионе, Кальвебод в Копенгагене, Хафенсити в Гамбурге, Акер-Брюгге в Осло, Иль-Де-Нант в Нанте (рис. 6-7) [8, 9].



Рис. 6. Набережная Роны в Лионе
(интернет-ресурс Википедия)



Рис. 7. Набережная Хафенсити в Гамбурге
(интернет-ресурс Bursaoyunaridernegi)

Во втором случае «ландшафтный» подход подразумевает сохранение и восстановление сложившейся природной среды и создание пространства, максимально приближенного к естественным условиям. В основе данного подхода предполагается применение натуральных материалов, соблюдение принципов природного дизайна. Как правило, сохраняется естественная береговая линия. Особенностью данного подхода является то, что природная среда может быть, как естественно сложившейся, так и воссозданной искусственно. В случае искусственного воссоздания природной среды, формы стремятся быть максимально приближенным к естественным. Возможно применение архитектурных компонентов, но они не должны преобладать над природными элементами. Не рекомендуется применение материалов, спорящих с природным контекстом, необходимо его гармоничное дополнение, слияние с ландшафтом [1]. Примеры ландшафтного подхода – набережные Люнен в Германии, Ле Пере-Сюр-Марн во Франции, Самюэль-Де-Шамплен в Канаде (рис. 8-9) [10, 11].



Рис. 8. Ле Пере-Сюр-Марн во Франции
(интернет-ресурс Landezine)



Рис. 9. Самюэль-Де-Шамплен в Канаде
(интернет-ресурс ArchDaily)

«Комбинированный» подход предполагает сочетание урбанистического и ландшафтного подходов, иными словами комбинирование природного контекста и составляющей с архитектурными способами формообразования, на сегодняшний день наиболее гибкий и перспективный подход к реорганизации и развитию набережных в контексте крупных архитектурно-градостроительных проектов [1]. Примеры комбинированного подхода – набережные Хорнсберг в Стокгольме, Мадрид Рио в Испании, Помпиду в Париже, Уэст Гарлем в Нью-Йорке (рис. 10-11) [12,13].



Рис. 10. Набережная Хорнсберг в Стокгольме
(интернет-ресурс Landezine)



Рис. 11. Набережная Мадрид Рио в Испании
(интернет-ресурс Pragmatika)

Предлагаются следующие принципиальные решения архитектурно-градостроительной организации набережной (рис. 12):

- Развитие функциональной программы, создание новых точек притяжения городского значения и узлов активности;
- Создание единой связанной транспортной структуры, включающей велодорожки и пешеходные пространства;

- Организация плавного перехода от бетонной набережной на верхнем уровне в зеленую – на нижнем;
- Размещение понтонных настилов для подходов к воде, плавучих платформ, системы городских купален;
- Сохранение и восстановление естественных природных ландшафтов, приспособление рельефа под террасированную зону;
- Высадка растений для разграничения пешеходных зон и защиты от негативного влияния ветра и солнца;
- Размещение дополнительных троп до территорий жилых кварталов;
- Оптимизация и укрепление троп, устройство новых;
- Оптимизация береговой линии, обустройство микро-резерваций для сохранения местной флоры и фауны;
- Размещение новых малых архитектурных форм;
- Оптимизация склонов набережной под зеленый амфитеатр;
- Оборудование обзорной площадки и мест для фотографирования.

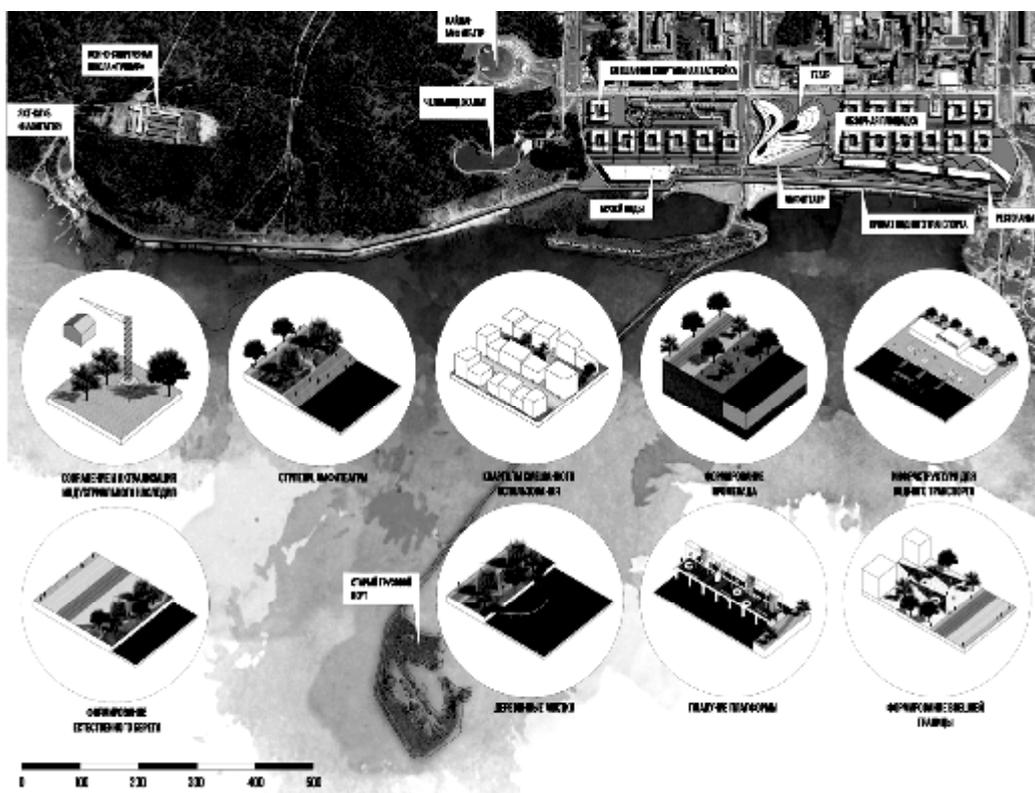


Рис. 12. Концепция генплана набережной им. Табеева (иллюстрация авторов)

Одна из главных идей предлагаемой набережной – возрождение индустриального прошлого территории в соответствии с концепцией «духа места». В 1970-е гг. на территории набережной располагался городской грузовой порт, который впоследствии был частично затоплен при создании Нижнекамского водохранилища [14]. По этой причине в центральной зоне набережной предлагается разместить порталные краны, которые могут служить не только как элемент промышленного наследия города, но и как элемент публичного искусства и придать индивидуальность месту.

Заключение

Для того чтобы город стал узнаваемым и привлекательным, необходимо заново открыть прибрежные территории для города. Грамотное освоение прибрежных территорий – это катализатор для устойчивого развития города. Успешный опыт таких городов как Лион, Копенгаген, Гамбург, Осло, Нант, Квебек, Стокгольм, Мадрид, Париж, Нью-Йорк и т.д.

демонстрирует, что грамотное формирование набережных оказывает благоприятное воздействие на жизнь города в целом. Выявленные подходы архитектурно-градостроительной организации набережных позволят рациональнее использовать территорию, повысить качество, функциональность, эстетику и потенциал пространств. Данные подходы могут быть применены в проекте концепции развития не только выбранной набережной, но и при рассмотрении других набережных со схожими условиями.

Список библиографических ссылок

1. Литвинов Д. В. Градоэкологические принципы развития прибрежных зон (на примере крупных городов Поволжья). М. : LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 284 с.
2. Задворянская Т. И. Принципиальные модели организации рекреационных зон в структуре прибрежных территорий (на примере г. Воронежа) // Научный вестник ВГАСУ. 2009. № 3 (15). С. 160–166.
3. Панорама старого грузового порта // PastVu : интернет-изд. 2017. URL: <https://pastvu.com/p/559558> (дата обращения: 05.01.2019).
4. Генеральный план муниципального образования город Набережные Челны // Официальный сайт г. Набережные Челны : интернет-изд. 2014. URL: <http://nabchelny.ru/company/page/195/772> (дата обращения: 05.01.2019).
5. Конкурс «Набережные Челны – город, ощущающий реку» // Архи.ру : интернет-изд. 2010. URL: <https://archi.ru/contests/3084/konkurs-naberezhnye-chelny-gorod-oschuschayuschii-reku-vtoroi-tur> (дата обращения: 05.01.2019).
6. Реконструкция набережной реки Кама завершается в Челнах // Мобильный Репортер : интернет-изд. 2013. URL: <https://www.mreporter.ru/reports/132005> (дата обращения: 05.01.2019).
7. Открытие набережной имени Тукая // Park.tatar : интернет-изд. 2016. URL: <http://park.tatar/open-coast-cheln> (дата обращения: 05.01.2019).
8. Berges du Rhône // Википедия : интернет-изд. 2017. URL: https://sv.m.wikipedia.org/wiki/Fil:Berges_du_Rhone.JPG (дата обращения: 06.01.2019).
9. Teil Der Hafен City Hamburg // Bursaoynaridernegi : интернет-изд. 2016. URL: <https://bursaoynaridernegi.com/i/teil-der-hafen-city-hamburgJPG> (дата обращения: 06.01.2019).
10. Perreux River Banks // Landezine : интернет-изд. 2015. URL: <http://www.landezine.com/index.php/2015/01/perreux-banks-by-base/> (дата обращения: 06.01.2019).
11. Promenade Samuel-de Champlain // ArchDaily : интернет-изд. 2008. URL: <https://www.archdaily.com/10080/promenade-samuel-de-champlain-consortium-daoust-lestage-williams-asselin-ackaoui-option-amenagement> (дата обращения: 06.01.2019).
12. Hornsbergs Strandpark // Landezine : интернет-изд. 2013. URL: <http://www.landezine.com/index.php/2013/02/hornsbergs-strandpark-by-nyrens-architects/> (дата обращения: 06.01.2019).
13. Путь воды – как жителям Мадрида вернули Мансанарес // Pragmatika : интернет-изд. 2018. URL: <https://pragmatika.media/kak-zhiteljam-madrida-vernuli-mansanares-revitalizacia-proekt/> (дата обращения: 06.01.2019).
14. Короткова С. Г. Организация городского ландшафта как структурного элемента (на примерах г. Казани и г. Нижнекамска). Казань : Отечество, 2015. 144 с.

Khasanov Rinat Railevich

architect

E-mail: hvsvnov@gmail.com

LLC AB Comp. «Space for Soul Architects»

The organization address: 420029, Russia, Kazan, Kavi Nadzhmi st., 5

Kinosyan Natalia Stanislavovna

senior lecturer

E-mail: kinosa@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Approaches for architectural and urban planning organization of the Tabeev embankment in Naberezhnye Chelny

Abstract

Problem statement. In recent years, more and more attention has been paid to the reconstruction of existing urban embankments and improving the quality of public spaces. The purpose of the research is to describe the modern approaches of the architectural and urban planning organization of embankments, their introduction into the proposed development concept using the example of the Tabeev embankment in Naberezhnye Chelny. It is necessary to carry out the pre-project and historical analysis of the territory, the identification of actual problems, the identification of priority areas for the organization of the embankment space.

Results. The main results of the research consist in identifying the following modern approaches of the architectural and urban planning organization of embankments: urban, landscape, combined, their approbation and introduction into the proposed development model of the territory of the chosen embankment.

Conclusions. The significance of the obtained results for the architecture is that the identified approaches of the architectural and urban planning organization of embankments can be applied in the draft concept of development not only of the chosen Tabeev embankment, but also when considering other embankments with similar conditions.

Keywords: approaches of the architectural and urban planning organization, embankments, waterfront areas, landscaping, organization of public spaces.

References

1. Litvinov D. V. Gradoecological principles of coastal zone development (on the example of large cities of the Volga region). M. : LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 284 p.
2. Zadvoryanskaya T. I. Principal models for organization of recreational zones in the structure of coastal areas (on the example of the city of Voronezh) // Nauchnyi vestnik VGASU. 2009. № 3 (15). P. 160–166.
3. Panorama of the old cargo port // PastVu : internet-edit. 2017. URL: <https://pastvu.com/p/559558> (reference date: 05.01.2019).
4. The general plan of the municipality Naberezhnye Chelny city // The official site of the city of Naberezhnye Chelny : internet-edit. 2014. URL: <http://nabchelny.ru/company/page/195/772> (reference date: 05.01.2019).
5. Competition «Naberezhnye Chelny – a city that feels the river» // Archi.ru : internet-edit. 2010. URL: <https://archi.ru/contests/3084/konkurs-naberezhnye-chelny-gorod-oschuschayuschii-reku-vtoroi-tur> (reference date: 5.01.2019).
6. Reconstruction of the embankment of the Kama River ends in Chelny // Mobile Reporter : internet-edit. 2013. URL: <https://www.mreporter.ru/reports/132005> (reference date: 05.01.2019).
7. Opening of the Tukay Embankment // Park.tatar : internet-edit. 2016. URL: <http://park.tatar/open-coast-chelny> (reference date: 05.01.2019).
8. Berges du Rhône // Wikipedia : internet-edit. 2017. URL: https://sv.m.wikipedia.org/wiki/File:Berges_du_Rh%C3%B4ne.JPG (reference date: 06.01.2019).
9. Teil Der Hafen City Hamburg // Bursaoynaridernegi : internet-edit. 2016. URL: <https://bursaoynaridernegi.com/i/teil-der-hafen-city-hamburgJPG> (reference date: 06.01.2019).
10. Perreux River Banks // Landezine : internet-edit. 2015. URL: <http://www.landezine.com/index.php/2015/01/perreux-banks-by-base/> (reference date: 06.01.2019).
11. Promenade Samuel-de Champlain // ArchDaily : internet-edit. 2008. URL: <https://www.archdaily.com/10080/promenade-samuel-de-champlain-consortium-daoust-lestage-williams-asselin-ackaoui-option-amenagement> (reference date: 06.01.2019).
12. Hornsbergs Strandpark // Landezine : internet-edit. 2013. URL: <http://www.landezine.com/index.php/2013/02/hornsbergs-strandpark-by-nyrens-architects/> (reference date: 06.01.2019).
13. The path of the water – as residents of Madrid returned Manzanares // Pragmatika : internet-edit. 2018. URL: <https://pragmatika.media/kak-zhiteljam-madrida-vernulimansanares-revitalizacia-proekt/> (reference date: 06.01.2019).
14. Korotkova S. G. Organization of the urban landscape as a structural element (on the examples of Kazan and Nizhnekamsk). Kazan : Otechestvo, 2015. 144 p.



УДК 727.64

Бикташев Артур Ильдарович

архитектор

E-mail: archyturk@gmail.com

ООО «Сканинг»

Адрес организации: 420095, Россия, г. Казань, ул. Восстания, д. 100

Коломина Анастасия Игоревна

архитектор

E-mail: nastasiaaelens@gmail.com

Дизайн-студия «MUZA Design»

Адрес организации: 420140, Россия, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, 90А, оф. 832

Краснобаев Иван Васильевич

кандидат архитектуры, доцент

E-mail: tia.kgasu@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Городские агрофермы, как новый тип общественного пространства: совмещение производственного и средообразующего аспектов

Аннотация

Постановка задачи. Целью исследования стал анализ перспектив внедрения городских ферм в городскую среду, а также расширения функционала таких ферм.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в выявлении дополнительных задач городских ферм и их значения для экономического и социокультурного развития городов.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в возможности определения нового типа общественного пространства, базирующегося на городской ферме, отвечающей всем современным экологическим, функциональным, технологичным и эстетическим требованиям.

Ключевые слова: городские фермы, вертикальные фермы, общественный огород, городская среда, общественное пространство, социокультурное программирование.

Введение

Население мира растет, и к 2050 г. нужно будет производить пищи на 60 % больше, чем производится в настоящее время, для того чтобы обеспечить 9,8 млрд. жителей планеты. Однако уже сегодня проблема голода является насущной для 815 млн. жителей Земли. Кроме того, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО, Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO) прогнозирует замедление темпов роста традиционного сельскохозяйственного производства с текущих 2 % до 1,5 % в год в следующем десятилетии [1]. Это означает, что, при реализации инерционного сценария развития мирового сельского хозяйства, риски для устойчивого развития и обеспечения продовольственной безопасности будут лишь возрастать, а существующие проблемы населения планеты – усугубляться. Кроме того, появляются имитации продуктов. Такие подделки не только не содержат питательных веществ, но и опасны для здоровья.

На важность производственного аспекта при сложившейся тенденции увеличения соотношения динамики роста населения и природных ресурсов нужно обратить пристальное внимание, вопрос обеспечения населения питанием приобретает первостепенную важность, а городские фермы, в таких условиях, станут неотъемлемой частью городов будущего. Агрофермы позволят снабжать горожан свежими и экологически чистыми продуктами, уменьшив логистические расходы. Также важным аспектом «идеального города» будущего является сохранение природного и экологического баланса во взаимодействии с окружающей средой, воплощая необходимые факторы современной архитектуры: функциональность, технологичность, конструктивность и др.

На данный момент наиболее распространенными стали тепличные хозяйства в пригородах, отдельно стоящие или размещенные на крыше производственных объектов. Фермерское хозяйство перестанет быть прерогативой сельской местности – в городах будут строить «вертикальные фермы» – высокотехнологичные агрокомплексы на крышах и внутри зданий [2].

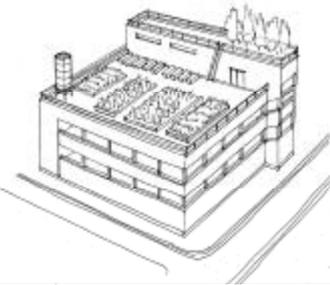
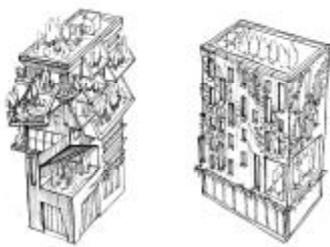
Типология и классификация городских ферм

По способам использования технологий культивации растений, агрогородские объекты можно разделить на три группы: 1. Производственные участки открытого грунта. 2. Одноэтажные производственные объекты закрытого грунта. 3. Многоуровневые производственные объекты закрытого грунта (вертикальные фермы) [1].

По способу внедрения ферм в городскую среду (табл. 1) можно выделить традиционные огороды и теплицы при школах и других общественных учреждениях, подобные же учреждения в составе парков и зеленых рекреаций, фермы в составе зданий, на территориях городских пространств (автостоянок и крыши). Отдельно стоит отметить вертикальные и модульные фермы.

Таблица 1

Классификация ферм по способу внедрения в городскую среду

Тип территории	Описание	Иллюстрации Бикташева А.И.
Территории при общественных учреждениях	Огороды при школах, больницах, университетах или других учреждениях.	
Парки и зеленые рекреации	Часть общественной рекреации, трансформировавшаяся в городскую ферму.	
Городские пространства (автостоянки и крыши)	Пустующие участки, принадлежащие частному владельцу. Эти фермы зачастую используются для производства продуктов непосредственно для обеспечения данной организации.	
Фермы в составе зданий	Такие фермы расположены в зданиях, основной функцией которого растениеводство не выступает (зеленые фасады, атриумы и т.д).	

Продолжение таблицы 1

Вертикальные фермы	Территории, которые не используются или используются не полностью из-за засоления почвы.	
Модульные/передвижные фермы	Ферма в сельскохозяйственной зоне в черте города.	

Первая коммерческая вертикальная ферма появилась в Сингапуре в 2012 году, а в настоящее время создание агробоскребов планируется в Южной Корее, Китае, ОАЭ, США, Франции и других странах. Городские фермы на крышах многоэтажек уже давно популярны в Америке, но в России это направление еще не получили распространения.

Рассмотрим несколько примеров, принадлежащих к наиболее распространенным типам ферм из вышеперечисленных.

Ферма в составе парков и зеленых рекреаций

В последнее время набирает популярность такой вид городских ферм, как общественные огороды. Сейчас экономическая эффективность таких огородов невысокая, их поддерживают скорее для обеспечения разнообразия отдыха, в отличие от времени, когда это было вынужденной мерой: в блокадном Ленинграде пришлось разбить огороды на улицах, что позволило снабдить жителей города овощами на зиму [4]. Предшественниками современных общественных огородов и городских ферм в России можно назвать круглогодичные теплицы, например, «Аптекарский огород» – ботанический сад МГУ, а в новом прочтении одними из первых проектов были «Зеленая школа» в парке Горького и общественные огороды в Новой Голландии в Санкт-Петербурге¹.

Городская ферма на ВДНХ – уникальный проект, позволяющий жителям шумного мегаполиса оказаться далеко от городской суеты, не покидая пределов Москвы. Помимо развлекательной функции, ферма выполняет и образовательную функцию: знакомит детей с домашними животными и птицами, учит ухаживать за ними на тематических мастер-классах. Бюро WOWHAUS, работавшее над проектом городской фермы на ВДНХ получило за него премию «Дом года», став победителем в номинации Best small building [4].

«Заповедное посольство» в «Зарядье» – это комплекс, состоящий из нескольких аудиторий, конференц-зала и трех лабораторий, где любой желающий (школьник, студент или взрослый) сможет провести научные эксперименты, например, вырастить двудольные растения в пробирке. Этот опыт проводится под контролем научных работников и длится в течение полугода. А после окончания эксперимента каждый его участник сможет забрать свое растение домой. Подобного научно-познавательного центра в России еще не было. «Заповедное посольство» – это не образовательное учреждение в чистом виде, это место, где переплетается теория и практика. Слушатели курсов смогут узнать не только о том, какие науки будут востребованы в будущем, зачем растениям генетический паспорт, что такое аэропоника, но и провести различные эксперименты, например, с ДНК [5].

¹Огород в центре Петербурга / <https://lavkagazeta.com>: интернет-изд. 2013. URL: <https://lavkagazeta.com/otvetstvennost/obshchestvo-gorodskih-ogorodnikov-ogorod-v-centre-goroda> (дата обращения: 04.12.2018).

В июне текущего года в Казани стартовал проект «Общественный огород» в парке «Горкинско-Ометьевский лес». Любой желающий, решивший попробовать себя в роли садовода, мог получить именную грядку напротив экоцентра «Дом»: выбрать понравившийся участок, в течение месяца высаживать на нем пряные травы, овощи, цветы и ухаживать за ними. Также в течение всего лета опытные садоводы и эксперты, в том числе ветераны из клуба «Жизнелюб», давали участникам мастер-классы и выступали с лекциями. В сентябре участники проекта собрали урожай и приняли участие в закрытии сезона, а лучшие садоводы были награждены подарками. Подобные инициативы имеют скорее развлекательную и образовательную направленность, а не производственную функцию [6].

На примере Европы и США можно наблюдать выраженную тенденцию развития коллективного огородничества или соседского огородничества в общественных пространствах. Во многом инициатива исходит от самих горожан и локальных сообществ, они объединяются общим интересом ухода за растениями и выращиванием, они озабочены судьбой заброшенных территорий в городе и будущим последующих поколений. Такие инициативы активно поддерживает муниципалитет, так как это положительно сказывается на социальной обстановке в городе и в целом на городские территории.

Так, к примеру, пустующие участки в опустевшем Детройте (США) были превращены в огороды, небольшое явления стало новым направлением развития и новым «дыханием» бывшего промышленного города. Подобные огороды обеспечивают определенное количество граждан качественной сельскохозяйственной продукцией, становится элементов воспитания и образования для новых поколений. В Нью-Йорке большое количество свободных крыш были превращены в общественные и полуообщественные огороды. Для города это возможность стать более зеленым и благоприятным.

Ферма в составе здания (зеленые фасады, атриумы)

Штаб-квартира японской рекрутинговой компании Pasona Group занимает девятиэтажное корпоративное здание общей площадью около 20 тыс. м² в деловом центре Токио. Когда встал вопрос о новом офисе, было решено не возводить его с нуля, а сохранить и отреставрировать существующее здание, построенное пятьдесят лет назад. Проект, разработанный Kono Designs, включает двойной зеленый фасад, офисы, конференц-зал, кафетерии, сад на крыше и самое главное – городское фермерское хозяйство, интегрированное в здание [7]. Ферма занимает почти 4 тыс. м² площадей, где выращивается 200 наименований сельскохозяйственных культур, включая фрукты, овощи и даже рис, которые собирают, готовят и подают в кафетериях в этом же здании. Это крупнейшее агропредприятие, и самый прямой путь доставки продуктов прямо на стол, из когда-либо созданных в офисном здании в Японии. Но, для коммерческого здания, это существенная потеря арендных площадей. Однако в компании Pasona уверены в преимуществах городского фермерского хозяйства и зеленых пространств, которые привлекают публику и создают благоприятные условия для работы сотрудников. Фасад здания тоже зеленый – на балконах высажены апельсиновые деревья и сезонные цветы. На стенах сконструирована сетчатая конструкция, благодаря чему появилась дополнительная глубина (около 1 м) и объем для устройства зеленой стены. Поскольку растения лишь частично зависят от внешних климатических условий, они практически круглогодично оживляют стены, которые стали отличительной чертой штаб-квартиры Pasona [8].

В итальянском Турине в 2015 г. по проекту архитектора Ренцо Пиано построен эконобоскрёб «Grattacielo Intesa Sanpaolo» (38 этажей, 166,3 м), получивший сертификат LEED Platinum Italia. Здание расположено на краю исторического центра города, недалеко от железнодорожной станции. Проект можно назвать настоящей экологической и социальной лабораторией. Это результат передовых исследований, целью которых является применение возобновляемых природных источников энергии (вода, воздух, солнечный свет). Грунтовые воды используются в системе кондиционирования офисов. Фотоэлектрические панели покрывают весь южный фасад башни. Двухслойный стеклянный фасад позволяет ограничить потери тепла зимой и регулируется через систему отверстий и управляемых жалюзи, которые контролируют инсоляцию и

освещение в офисах. На последних трех этажах здания расположена теплица с деревьями и множеством других видов растений [9].

Практически любое сооружение можно приспособить под агрофермы, будь то историческое здание, заброшенное промышленное или даже подземное пространство. Так, в Лондоне на глубине 33 метра в старом бункере времен мировой войны выращивают зелень, для вегетации которой достаточно освещения лампами и соблюдения температурно-влажностного режима².

Вертикальные фермы

Вертикальная ферма «Plantagon». Проект вертикальной фермы сферической формы со спиралевидной вращающейся рампой внутри. Для получения максимального количества солнечного света на верхней площадке рампы высаживается рассада, затем, медленно опускаясь по вращающейся спирали, растения постепенно созревают и завершающие этапы их жизненного цикла проходят на первых этажах фермы. Реализуется проект в городе Линчепинг (Швеция) в центре мегаполиса. В предприятии используются новейшие приемы экономии энергетических и водных ресурсов (утилизация метана, выделяемого растительными отходами, переработка технической воды и ее испарений и др.) [11].

Проект многофункционального небоскреба международной компании T.R. Hamzah & Yeang International. Принцип работы ферм в структуре таких небоскребов основан на личном или общественном пользовании. Выращивание продуктов питания рядом со сферой потребления требует меньше первоначальных инвестиций, чем герметичномассовое ведение сельского хозяйства. Открытые зеленые террасы здания формируют его фасады. Одной из главных композиционных идей проекта является плавный переход окружающего ландшафта в вертикальную плоскость. Этот эффект, в том числе, поддерживают широкие благоустроенные пандусы, установленные до шестого этажа. В здании используются системы сбора дождя и повторного использования воды, гелиоустановки, а также гибридные системы вентиляции, способные сократить бытовые расходы [10].

Малозэтажные и модульные фермы

Проект малоэтажной фермы от компании Larssen Ltd в городе Джексон (штат Вайоминг, США). Общая площадь теплицы на трех уровнях составляет 1250 м². Производительность фермы – 45 тонн овощей в год (такая урожайность равна производительности двух гектаров земли при традиционной земледелии и благоприятных климатических условиях). Технология выращивания – гидропоника. Город расположен в районе с суровым климатом (субарктический), в горной местности с большими суточными колебаниями температуры [10].

Проект органической фермы от Arch Studio. Объект построен на сельскохозяйственных угодьях района Гуй, Таншань. Земельный участок прямоугольной формы располагается на равнине. Площадь участка составляет 6000 м². Основная функция здания действует как цех по обработке органических продуктов. Все здание состоит из четырех закрытых относительно независимых домов, в том числе склада для хранения материалов, цеха по прессованию масла и упаковки. Вокруг внутреннего двора создана удобная линия рабочего цикла. Центральный двор формирует пространство, которое удовлетворяет требованиям естественной вентиляции и освещения, при этом связывает внешнее и внутренне пространства. Для экономии бюджета строительства в проекте использован легкий деревянный каркас. Стены сделаны из прозрачных ПВХ-панелей, благодаря которым солнечный свет свободно проникает внутрь рабочих помещений. Здания фермы приподняты на 60 сантиметров над землей для защиты деревянной конструкции от воздействия влаги [1].

² Подземная ферма: выращивание растений на глубине 33 метров/ Крестьянские ведомости. Газета агро-бизнеса: ежедн. интернет-изд. 2017. URL: <http://kvedomosti.ru/news/podzemnaya-ferma-vyrashhivanie-rastenij-na-glubine-33-metrov.html> (дата обращения: 02.12.2018).

Ферма в качестве общественного пространства

Вышеперечисленные проекты объединяет то, что их функция не ограничивается производством продовольствия, то есть они мультифункциональные. Совокупность функций, присущих городским фермам, делает их точками притяжения жителей и новыми общественными пространствами. Рассмотрим основные признаки правильных общественных пространств – объектов с качественным социокультурным программированием. Социокультурное программирование общественных пространств – это комплекс мер, направленных на стимулирование социальной активности в городских пространствах и содействие развитию в них различных форм досуга. Рекомендации учитывают мировой опыт программирования – на его основе сформулированы принципы успешной активации общественных пространств разных типов.

Во-первых, такой объект должен быть динамичным, то есть сезонным, использоваться в различных режимах в течение дня, постоянно обновляться. Эти качества позволяют наладить круглогодичное использование и приток новых посетителей. Кроме того, такое пространство имеет миссию – четкое назначение и обоснование, связано с локальной историей и наследием, что усиливает чувство патриотизма среди жителей.

Немаловажно и наличие пространственных связей, что подразумевает правильное расположение элементов благоустройства, качественную навигацию и доступность, все это позволит повысить посещаемость объекта. Очевидно, что на посещаемость положительно влияет и привлекательность пространства, которая складывается из безопасности, качественной инфраструктуры, комфорта, просветительской пользы и доступности для людей с ограниченными возможностями.

И, наконец, стоит отметить важность социальной направленности объекта, то есть, участие местных жителей в преобразовании и связи со сложившимися культурными, социальными особенностями, что повышает сплоченность жителей и развивает чувство локальной идентичности [11].

Целевое программирование, учитывающее демографические характеристики, привлечет новые аудитории. Важно понимать, на кого программирование рассчитано, на кого оно не распространяется и как это можно исправить. Успех общественного пространства зависит от грамотного выделения целевых групп пользователей. Ключевые целевые группы пользователей выделяются по возрастному принципу, а также по наличию у них особых потребностей. Представители этих групп проводят в общественных пространствах разное количество времени, по-разному до них добираются и по-разному их используют. Программирование пространства должно это учитывать. Всего можно выделить пять основных категорий горожан: – взрослые (21-60 лет), одни или в компании; – подростки и молодежь (16-21 год); – семьи: взрослые с детьми до 16 лет; – учителя со школьниками; – пожилые люди (старше 60 лет) и люди с особыми потребностями.

Качественное программирование расширяет функции общественных пространств (парков, площадей, набережных). Если грамотно наполнять пространства инфраструктурой и разнообразить событиями, пребывание в них улучшит физическое и душевное здоровье горожан.

Общественное пространство с фермой может войти в узел социальной активности, реконструируя и дополняя устойчивые во времени элементы социальной инфраструктуры развивающегося города [12].

Учитывая вышеперечисленные факторы, можно проанализировать возможные функции, присущие городским фермам, с точки зрения формирования общественного пространства и его целевой аудитории посетителей, обобщив данные в табл. 2.

Таблица 2

**Соотношение функций городской фермы
с признаками качественного общественного пространства и его целевой аудиторией**

 Функции городских ферм	Критерий общ-го пр-ва					Категории горожан				
	Динамичность	Наличие миссии	Пространственные связи	Привлекательность пр-ва	Социальная направленность	Взрослые (21-60 лет)	Подростки и молодежь (16-21)	Семьи-взрослые с детьми до 16	Учителя со школьниками	Пожилые и с особыми потребностями люди
Экскурсии по производству	+	+		+	+	+	+	+	+	+
Мастер-классы для детей	+	+		+	+			+	+	
Возможность арендовать грядку для выращивания	+	+		+	+	+	+	+	+	+
Кафе при ферме	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Магазины органических продуктов	+	+	+	+		+	+	+		+
Офисы и коворкинги	+		+	+		+	+			
Лаборатория	+			+		+	+		+	
Парк при ферме, оранжерея	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Экспозиции, инсталляции	+	+		+	+	+	+	+	+	+

Заключение

Подытоживая вышесказанное, можно отметить, что городские агрофермы, как показывает зарубежный опыт, уже в настоящее время составляют альтернативу традиционному сельскому хозяйству, а в ближайшем будущем могут способствовать решению мировой проблемы нехватки продовольствия, позволяя экономить площади и логистические расходы. Кроме производственной функции у городских ферм также может быть и ряд общественных функций, что делает такую ферму не утилитарно промышленным объектом, а социальным узлом, точкой притяжения жителей города, которую удобно располагать в структуре селитебных территорий. Доступность с нескольких магистралей, близость остановок общественного транспорта, в т.ч. железнодорожного, а также развитая система благоустройства, отвечающая высоким требованиям к экологии, сделает такой узел успешным общественным пространством. В крупных городах России есть необходимые предпосылки для развития городского фермерства и связанного с этим нового типа общественных пространств.

Список библиографических ссылок

1. Dickson Despommier. Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century. L. : Picador, 2011. 336 p.
2. SPUR report Public Harvest. Expandig the Use of Public Land for Urban Agricultural in San Francisco : SPUR. 2012. № 4. 36 p.
3. Ленинград, 23 декабря 1943 : Огороды на городских улицах обеспечили жителей овощами на зиму // tass.ru : ежедн. интернет-изд. 2013. URL: <https://tass.ru/spb-news/850628> (дата обращения: 23.12.18).
4. Размышления на городской ферме // <https://archi.ru> : ежедн. интернет-изд. 2015. URL: <https://archi.ru/russia/64821/razmyshleniya-na-gorodskoi-ferme> (дата обращения: 18.12.18).

5. В новом парке «Зарядье» появится не имеющий аналогов в России научно-познавательный центр // [zaryadyepark.ru](https://www.zaryadyepark.ru/upload/iblock/330/330ae6824a16b74434077781627771a4.pdf) : сайт. 2017. URL: <https://www.zaryadyepark.ru/upload/iblock/330/330ae6824a16b74434077781627771a4.pdf> (дата обращения: 19.12.18).
6. Бери лопатку, айда на грядку!.. В Казани появился общественный огород // [evening-kazan.ru](http://www.evening-kazan.ru) : ежедн. интернет-изд. 2018. URL: <http://www.evening-kazan.ru/articles/berilopatku-ayda-na-gryadku-v-kazani-poyavilsya-obschestvennyy-ogorod.html> (дата обращения 19.12.18).
7. Денисенко Е. В. Биологические критерии и биоподходы в архитектуре XXI века // Вестник ВолгГАСУ. 2013. № 33 (52). С. 173–177.
8. Andrew Tuck. The Monocle Guide to Building Better Cities. Berlin : Gestalten, 2018. 320 p.
9. Wood Antony, Henry Steven. Best Tall Buildings: A Global Overview of 2016 Skyscrapers. Melbourne : Images Publishing Dist Ac, 2016. 280 p.
10. Султанова А. Инновационные технологии и их влияние на архитектуру предприятий растениеводства // Architecture and Modern Information Technologies. 2018. № 1 (42). С. 163–177.
11. Социокультурное программирование. Методические рекомендации по реализации проектов повышения качества среды моногородов // моногорода.рф : сайт. 2018. URL: https://моногорода.рф/uploads/knowledge_file/content/29/170512_Monotowns_Report_17.4_Soc.Programming.pdf (дата обращения 19.12.18).
12. Бычкова А. С. Узлы социальной активности // Architecture and Modern Information Technologies. 2016. № 3 (36). С. 1–18.

Biktashev Artur Ildarovich

architect

E-mail: archyturk@gmail.com**LLC «Scaning»**

The organization address: 420095, Russia, Kazan, Vosstania st., 100

Kolomina Anastasia Igorevna

architect

E-mail: nastasiaaelens@gmail.com**Design studio «MUZA Design»**

The organization address: 420140, Russia, Kazan, Julius Fucik st., 90A, of. 832

Krasnobaev Ivan Vasilievich

candidate of architecture, associate professor

E-mail: tia.kgasu@gmail.com**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Urban agricultural farms as a new type of public space:
combination of manufacturing and environmental aspects****Abstract**

Problem statement. The purpose of the article was to analyze the prospects for the introduction of urban farms in the urban environment, as well as expanding the functionality of urban farms, which will lead to their separation into a new type of public space.

Results. The main results of the research are to identify additional tasks of urban farms and their implications for economic and socio-cultural development cities.

Conclusions. The significance of the results for the architecture consists in the possibility of separating a new type of public space based on the urban farm, which meet current environmental, functional, technological and aesthetic requirements.

Keywords: urban farms, vertical farms, community garden, urban environment, public space, sociocultural programming.

References

1. Dickson Despommier. Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century. L. : Picador, 2011. 336 p.
2. SPUR report Public Harvest. Expanding the Use of Public Land for Urban Agricultural in San Francisco.: SPUR. 2012. № 4. 36 p.
3. Leningrad, December 23, 1943: Gardens on the city streets provided residents with vegetables for the winter // tass.ru: daily. internet-edit. 2013. URL: <https://tass.ru/spb-news/850628> (reference date: 23.12.18).
4. Reflections on the urban farm // <https://archi.ru>: daily. internet-edit. 2015. URL: <https://archi.ru/russia/64821/razmyshleniya-na-gorodskoi-ferme> (reference date: 18.12.18).
5. In the Zaryadye Park, an unparalleled analogue research and education center in Russia will appear. // zaryadyepark.ru : site. 2017. URL: <https://www.zaryadyepark.ru/upload/iblock/330/330ae6824a16b74434077781627771a4.pdf> (reference date: 19.12.18).
6. Take the shovel, let's go to the garden!.. In Kazan, a community garden appeared // evening-kazan.ru : daily. internet-edit. 2018. URL: <http://www.evening-kazan.ru/articles/beri-lopalku-ayda-na-gryadku-v-kazani-poyavilsya-obshchestvennyy-ogorod.html> (reference date: 19.12.18).
7. Denisenko E. V. Biological criteria and bio approaches in architecture of XXI century // Vestnik VolgGASU. 2013. № 33 (52). P. 173–177.
8. Andrew Tuck. The Monocle Guide to Building Better Cities. B. : Gestalten, 2018. 320 p.
9. Wood Antony, Henry Steven. Best Tall Building s: A Global Overview of 2016 Skyscrapers. Melbourne: Images Publishing Dist Ac, 2016. 280 p.
10. Sultanova A. Innovative technologies and their influence on the architecture of plant-growing enterprises // Architecture and Modern Information Technologies. 2018. № 1 (42). P. 163–177.
11. Socio-cultural programming. Guidelines for the implementation of projects to improve the quality of single-industry cities // моногорода.рф : site. 2018. URL: https://моногорода.рф/uploads/knowledge_file/content/29/170512_Monotowns_Report_17.4_Soc.Programming.pdf (reference date: 19.12.18).
12. Bychkova A. S. The social activity nodes // Architecture and Modern Information Technologies. 2016. № 3 (36). P. 1–18.

УДК 72.01

Буштец Дарья Васильевна

архитектор

E-mail: dasha-byshetec@mail.ru

Строительная фирма «Базис»

Адрес организации: 420021, Россия, г. Казань, ул. Каюма Насыри, д. 25

Забрускова Марина Юрьевна

кандидат архитектуры, доцент

E-mail: zmarina9@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Система общественных пространств на бывших промышленных территориях в срединной зоне города Казани

Аннотация

Постановка задачи. Целью данной статьи является обзор теорий и концепций относительно общественных пространств и их типов.

Результаты. Основным результатом исследования являются рекомендации для разработки модели развития общественных пространств на территории бывших промышленных зон в срединной части города Казани с учетом теоретического и экспериментального практического опыта.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в том, что предлагаемый подход целенаправленного развития общественных пространств обеспечит формирование системы новых разнообразных общественных пространств. Благодаря этому процессу происходит усиление социального взаимодействия жителей города, стимулирование экономического развития территории и экологической реабилитации бывших промышленных территорий.

Ключевые слова: общественные пространства, срединная зона, промышленные территории, пространственные ситуации.

Введение

Проектированию общественных пространств в мире уделяется большое внимание, как в практике, так и в теории. Ученые стали выявлять принципы формирования общественных пространств, осознавая повышенную роль данных пространств в формировании планировочной структуры городов. На протяжении XX века выводились новые принципы формирования общественных пространств, хотя необходимо отметить, что теоретическая разработка основных вопросов проектирования носила эпизодический характер. В настоящее время наиболее значимые, с социальной точки зрения, общественные пространства на территории городов создают привлекательные условия для жителей, таким образом, города выдерживают конкуренцию между собой. В современных проектах реализуются многие принципы градостроительной организации бывших промышленных территорий в срединной части города. «Срединной» называется зона, которая находится между историческим ядром и кварталами массовой жилой застройки, содержащая в основном промышленные и коммунально-складские территории [1]. Развитие системы общественных пространств в срединной зоне города является актуальным направлением развития территории, а также возможностью ее реанимировать и привлечь туда жителей.

В разные годы авторами книг и статей, которые внесли вклад в разработку теории общественных пространств, были известные архитекторы-градостроители: В.Н. Семенов (благоустройство городов), А.В. Иконников (общественные пространства в структуре города) [2], И.М. Смоляр (экологические основы проектирования) [3], А.Э. Гутнов [4], И.Г. Лежава (средовой подход к проектированию общественных пространств) [5], К. Александер (социальный аспект проектирования общественных пространств) [6].

Анализ общественных пространств в структуре города

Для описания процессов, происходящих в городе, в теории и практике градостроительства используются такие понятия, как «градостроительный каркас» и «градостроительная ткань», предложенные советским градостроителем А.Э. Гутновым. Общественные пространства относятся к территориям градостроительного каркаса. Следует раскрыть понятие «общественные пространства» и выявить их виды. Для практического использования термина «общественные пространства», необходимо выделить несколько значений этого термина.

1. Открытые общественные пространства – открытые незастроенные городские пространства, одинаково доступные для всех жителей и гостей города; таким образом, к общественным пространствам относятся типы, используемые в архитектурно-градостроительной деятельности, такие как:

- улица, площадь – территория общего пользования, ограниченная красными линиями улично-дорожной сети города¹;
- парк – предназначенная для отдыха открытая зеленая зона, занимает внушительную территорию¹;
- сквер – озелененная благоустроенная территория внутри промышленной или жилой застройки, зачастую размещаются на перекрестке улиц, на площади¹;
- бульвар – широкая аллея на городской улице, обычно посередине ее, а также сама такая улица²;
- набережная – сооружение, окаймляющее береговую линию моря, реки и другие водоемы, она служит для придания берегу правильной формы, укрепления его для предохранения от размыва¹;
- променада – улица, аллея, место для гулянья.

2. Общедоступные крытые пространства – наземные, подземные, надземные части зданий и сооружений (галереи, пассажи, атриумы и другие), специально предназначенные для использования неограниченным кругом лиц в целях досуга, проведения массовых мероприятий, а также других процессов¹:

- галерея:

1) крытый проход, расположенный по наружному периметру здания, опирающийся на несущие стены, колонны, аркады;

2) длинное и узкое сооружение с горизонтальным настилом, предназначенное для обеспечения свободного прохода или длинный балкон, опирающийся на выпуски бревен или столбы-опоры;

- пассаж (фр. «passage» – буквально, «проход», «переход») – тип торгового (реже конторского) здания, в котором магазины и конторские помещения расположены ярусами по сторонам широкого прохода с застекленным покрытием;

- атриум – средняя часть древнеиталийского и древнеримского жилого дома; представляет собой закрытый внутренний двор, куда выходили остальные внутренние помещения;

- вокзал – наземное, надземное и подземное общественные пространства, в состав которых входит площадь перед вокзалом, сам вокзал, торговые площадки;

- метро:

1) любая внеуличная городская пассажирская транспортная система с курсирующими по ней маршрутными поездами;

2) подземное общественное пространство станций.

При изучении терминологии, касающейся общественных пространств, все общественные пространства были классифицированы по степени доступности горожан и по характеру контроля за ситуацией и поведением людей в этих местах [7]. Деление по шкалам «открытость-закрытость» рассматривается в диапазоне от самого открытого в городе пространства, например, такого как парк, до самого закрытого, например, стадиона. Вторая классификация общественных пространств зависит от характера социального контроля за ситуацией, ее границы находятся в диапазоне от общедоступных пространств до пространства с контролем доступа публики (табл. 1).

¹Толковый словарь градостроительных терминов.

Таблица 1

Виды общественных пространств

		Открытые / крытые	
		Открытые	Крытые всепогодные и интерьерные
По характеру социального контроля	Общедоступные	Парки, скверы	Галереи, пассажи
	С контролем доступа публики	Общественные внутренние пространства стадиона	Общественные внутренние пространства метро

Типы открытых общественных пространств

На основе анализа городской среды исторически сложившихся городов, архитектором К. Александером и его коллегами были предложены так называемые «шаблоны» общественных пространств, которые, на наш взгляд, можно назвать «пространственными ситуациями». Создание подобных пространств-ситуаций может помочь разнообразить новую городскую среду в зонах реновации [6]. В применении к бывшим промышленным территориям приведем некоторые из пространственных ситуаций («шаблонов») К. Александера с оригинальными индексами автора. К «шаблонам» К. Александер отнес как градостроительные термины, так и качественные характеристики территорий.

1. Пешеходные улицы (100 – индекс «шаблона» по К. Александеру) являются элементом градостроительного каркаса и несут транзитную функцию. В том числе активно вводят в жизнь города заброшенные рельсовые территории бывших промышленных предприятий в виде пешеходных зон и прогулочных путей. Соединение нескольких кварталов такой связью обладает большой значимостью для жителей, поскольку делает более целостной и ориентированной на пешехода городскую среду [8].

2. Активная зона (33) – необходимо создать центры жизни района и микрорайона, объединив в них магазины, развлечения и услуги, в том числе и ночные; это должны быть хорошо освещенные, безопасные, оживленные места, притягивающие людей.

3. Арена дискуссий (44) – сообществу нужна дискуссионная площадка, оснащенная акустической системой, сиденьями, стенами, на которых вывешиваются объявления, – обустроенная территория, принадлежащая местному сообществу, где люди могут свободно собираться и куда они обязательно пойдут на праздники или мероприятия.

4. Зеленые улицы и парки (51) – как средство осуществления экологической реабилитации территории, при этом создание большого зеленого массива подразумевает либо полный снос всей промышленной базы на территории, либо использование части объектов под лофты. Увеличение зеленых зон необходимо городу. Появление парка стимулирует приток горожан, отражает заинтересованности жителей в таких пространствах. Возникновение подобных мест для социального взаимодействия благоприятно сказывается на жизни района и города в целом.

5. Укрытые уголки (59) – современному горожанину, вынужденному работать среди шума, в окружении людей, необходима возможность передохнуть и восстановить силы в более естественной обстановке и тишине на бульваре, в сквере, в парке.

6. Общее игровое пространство (68) – детям требуется общество других детей-ровесников. Необходима безопасная территория для общего игрового пространства для детей разного возраста, живущих в данном районе.

7. Велосипедные дорожки (56) – чтобы сделать окружающую среду безопасной для передвижения на велосипедах, необходимо найти решение существующих проблем. Для небольших поездок по району можно стимулировать использование разнообразных тихоходных и недорогих средств передвижения (двух-, трехколесные велосипеды).

Опираясь на табл. 1, авторы объединили виды общественных пространств с пространственными ситуациями по К. Александеру (табл. 2).

Таблица 2

Виды общественных пространств (с пространственными ситуациями)

		Открытые / крытые	
		Открытые	Крытые всепогодные и интерьерные
По характеру социального контроля	Общедоступные	Площадь, Активная зона, Велосипедные дорожки, Зеленые улицы и парки, Скверы, Укромные уголки.	Активная зона, Укромные уголки.
	С контролем доступа публики	Общее игровое пространство, Арена дискуссий.	Общее игровое пространство, Арена дискуссий.

Принципы формирования общественных пространств на бывших промышленных территориях срединной зоны на примере фрагмента г. Казани

Актуальным аспектом развития города становится конверсия и перепрофилирование промышленных и коммунально-складских территорий в срединной зоне под функции, необходимые городу. Этому процессу должно сопутствовать формирование системы открытых общественных пространств [9]. Значение такой системы пространств в срединной зоне трудно переоценить, поскольку они будут способствовать развитию социальных связей, общению и взаимодействию между жителями. В срединной зоне города налицо отсутствие общественных функций, а они могли бы улучшить экономическую ситуацию в данной зоне.

Выявлено два подхода к созданию общественных пространств. Первый можно назвать «соучаствующим проектированием», когда жители привлекаются к принятию проектных решений [10]. Подход применяется для сложившихся территорий с существующими функциями. Он сосредоточен на мнении людей, которые живут и работают в знакомом для них пространстве, что позволяет понять их потребности относительно этого пространства и учесть их в процессе проектирования [11].

Такой вариант создания системы общественных пространств именно в срединной зоне можно считать невозможным по объективным причинам. В срединной зоне жителей практически нет, территория используется только как промышленная или коммунально-складская, опрос жителей далеко расположенных окружающих районов относительно данной территории проводить не имеет смысла, так как она не вовлечена в обиход их населения. Таким образом, второй подход в создании системы общественных пространств, – это проектирование новых пространств без участия жителей в проектом процессе.

Рассмотрим этапы принятия проектных решений в рамках второго подхода на примере экспериментального проектирования фрагмента территории срединной зоны г. Казани, которая ограничена улицами Аделя Кутуя, Родина и Гвардейская, являющимися магистралями городского значения.

Концепция системы общественных пространств**1. Предпроектный градостроительный анализ**

Производится анализ существующей ситуации. Обращается внимание на существующие транспортные связи вокруг и внутри территории, а также проводится анализ существующей застройки для выявления подлежащей сносу или сохранению, выявляются сохраняемые здания и сооружения, которые можно использовать под общественные функции.

Почти вся рассматриваемая территория – это промышленные и коммунально-складские территории. Больше половины территории подлежит возможной реновации, территории промышленных предприятий используются только наполовину. В предложенных вариантах нового генерального плана города Казани данная территория отнесена к территории с жилой застройкой и деловыми центрами (рис. 1).

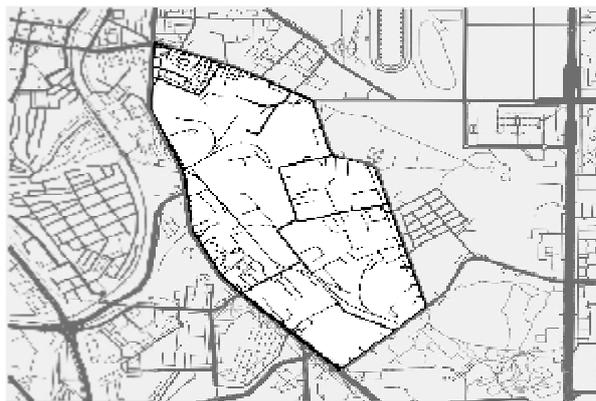


Рис. 1. Фрагмент исторически сложившегося градостроительного каркаса в срединной зоне Казани (иллюстрация авторов)

2. Структура градостроительного каркаса района

На этом этапе формируется градостроительный каркас территории – основные транспортные и пешеходные связи и их узлы – будущие зоны активности и социальных магнитов – с учетом имеющихся связей, современного состояния территории, существующих социальных магнитов по границам территории, радиусов доступности существующих и проектируемых образовательных учреждений, степени реконструируемости промышленных объектов, находящихся на территории. Формируется также зеленый каркас территории – экологически чистые зеленые зоны, как цепь из парков, скверов и бульваров, охватывающих территорию (рис. 2).

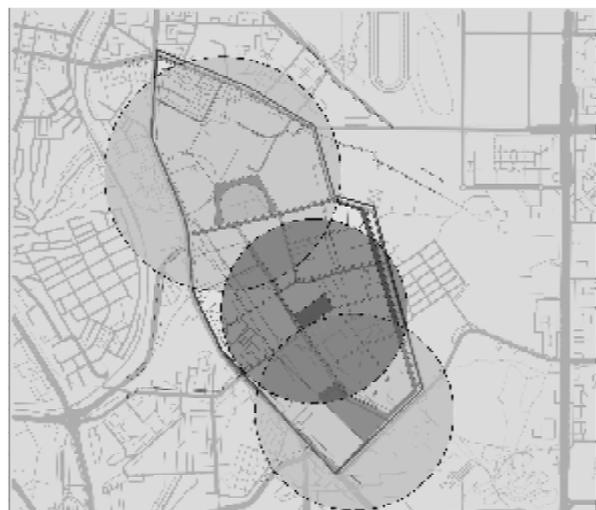


Рис. 2. Схема градостроительного каркаса (иллюстрация авторов)

3. Система открытых и крытых общественных пространств.

На основе всех изученных данных предлагается система разнообразных открытых и крытых всепогодных общественных пространств, отличающихся по своим качествам как более или менее многолюдные, уединенные.

Территориально-пространственные ситуации необходимо выделить в качестве отдельных объектов комплексного проектирования: на градостроительном уровне, на уровне дизайна городской среды, вплоть до дизайна элементов городской мебели и оборудования (например, передвижные сидения; зоны игр, таких как бадминтон, пинг-понг; временные туалеты, вывески, места для выгула собак; объекты, которые изменяются в зависимости от ситуации; интерактивные фонтаны; библиотечные или музейные киоски и т.д. [7]).

Необходимо закладывать всесезонность использования общественных пространств, что позволит проводить летние кинопоказы, концерты с участием местных талантов, уличные занятия йогой, ярмарки мастеров, спортивные турниры, зимние лыжные соревнования, катки, а также праздники [8]. К крупным зонам активности требуется добавлять еще и мелкие зоны, например, кафе и сценические комплексы, построенные с помощью контейнеров для транспортировки, навесы для розничных продавцов или продавцов продуктов питания, пивные сады, киоски для временного спортивного инвентаря, катки для катания на коньках и тентовые навесы разных размеров.

Для того, чтобы в полной мере активизировать жизнь данной территории, предложено создать систему открытых пространств во взаимосвязи с уже существующими общественными пространствами (например, с Горкинско-Ометьевским лесом). Большое разнообразие общественных пространств, их взаимодействие между собой, позволит улучшить атмосферу места, а также привлечет горожан с различными потребностями в новые общественные пространства срединной зоны города.

Заключение

В статье приведены основные термины, которые характеризуют общественные пространства с градостроительной точки зрения, этапы принятия проектных решений относительно формирования общественных пространств. Проанализированы два подхода к проектированию общественных пространств, а также пространственные системы К. Александера и его коллег. Выявлено несколько направлений – с участием и без участия жителей города, – методов и способов создания общественных пространств в срединной зоне. Полноценное использование всех территорий города позволяет обеспечить его целостность, транспортную связанность и повышение уровня жизни горожан. Современные тенденции развития городов позволяют улучшить городскую среду, что важно для конкурентоспособности и устойчивого развития города. В рамках проекта конверсии территории срединной зоны и экспериментального проектирования рассмотрен фрагмент бывшей промышленной территории срединной зоны. Из перечня, предложенного К. Александером шаблонов общественных пространств, были выбраны пространства, примененные в экспериментальном проектировании и необходимые для «оживления» срединной зоны города Казани.

Список библиографических ссылок

1. Абакумова А. В. Основные планировочные зоны города: центральная, срединная, периферийная; промышленные территории в структуре города // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2013. № 1. С. 6–9.
2. Иконников А. В. Искусство, среда, время. Эстетическая организация городской среды. М. : Советский художник, 1985. 336 с.
3. Смоляр И. М. Экологические основы архитектурного проектирования. М. : Издательский центр «Академия», 2010. 160 с.
4. Гутнов А. Э. , Лежава И. Г. Будущее города. М. : Стройиздат, 1977. 126 с.
5. Лежава И. Г. Организация и пространственное моделирование в учебном архитектурном проектировании. М. : Наука, 1980. 106 с.
6. Александер К., Исихара С., Силверстайн М. Язык шаблонов. Города. Здания. Строительство. М. : Изд-во Студия Артемия Лебедева, 2014. 1096 с.
7. Ян Гейл. Жизнь среди зданий. М. : Концерн «КРОСТ», 2012. 200 с.
8. Ян Гейл. Пешеходы. Gehl J. Mennesker til Fods // Arkitekten. 1968.
9. Тукманова З. Г., Сафина А. Р. Формирование экологического каркаса г. Казани на примере Приволжского района : Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / ВГУ. Вятка, 2018. С. 42–46.
10. Project for Public Spaces. To Make a Great Third Place, Get Out of the Way // еженед. интернет-изд. 2013. URL: <http://www.pps.org/blog/to-create-a-great-third-place-get-out-of-the-way/> (дата обращения: 20.01.2019).
11. Лео Холлис. Города вам на пользу: Гений мегаполиса. М. : Strelka Press, 2015. 432 с.

Bushtets Darya Vasilievna

architect

E-mail: dasha-byshtetc@mail.ru**Construction company «Basis»**

The organization address: 420021, Russia, Kazan, Kayum Nasyri st., 25

Zabruskova Marina Yuryevna

candidate of architecture, associate professor

E-mail: zmarina9@mail.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**The system of public spaces in the former industrial areas
in the middle zone of the city of Kazan****Abstract**

Problem statement. The purpose of this article is to review the theories and concepts of public spaces and their types.

Results. The main results of the research are recommendations for the development of a model for the development of public spaces in the territory of the former industrial zones in the middle part of the city of Kazan, taking into account theoretical and experimental practical experience.

Conclusions. The significance of the results obtained for architectural practice is that the proposed approach of purposeful development of public spaces will ensure the formation of systems of new diverse public spaces. Thanks to this process, the social interaction of the city residents is intensified, the economic development of the territory is stimulated and the ecological rehabilitation of the former industrial territories is promoted.

Keywords: public spaces, middle zone, industrial territories, spatial situations.

References

1. Abakumova A. V. The main planning zones of the city: central, middle, peripheral; industrial areas in the structure of the city // Vestnik SGASU. Gradostroitel'stvo i arkhitektura. 2013. № 1. P. 6–9.
2. Ikonnikov A. V. Art, environment, time. Aesthetic organization of the urban environment. M. : Sovetskiy khudozhnik, 1985. 336 p.
3. Smolyar I. M. Ecological bases of architectural design. M. : Publishing Center «Academy», 2010. 160 p.
4. Gutnov A. E., Lezhava I. G. The Future of the City. M. : Stroyizdat, 1977. 126 p.
5. Lezhava I. G. Organization and spatial modeling in educational architectural design. M. : Nauka, 1980. 106 p.
6. Alexander K., Ishihara S., Silverstein M. Template language. Cities. Building. Construction. M. : Studiya Artemiya Lebedeva, 2014. 1096 p.
7. Ian Gale. Life among the buildings. M. : Concern «KROST», 2012. 200 p.
8. Ian Gale. Pedestrians. Gehl J. Mennesker til Fods // Arkitekten. 1968.
9. Tukmanova Z. G., Safina A. R. Formation of the ecological frame of Kazan on the example of the Volga region: Proceedings of the XVI All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation / VSU. Vyatka, 2018. P. 42–46.
10. Project for Public Spaces. To Make a Great Third Place, Get Out of the Way // weekly. internet-edit. 2013. URL: <http://www.pps.org/blog/to-create-a-great-third-place-get-out-of-the-way/> (reference date: 20.01.2019).
11. Leo Hollis. Cities you benefit: the genius of the metropolis. M. : Strelka Press, 2015. 432 p.

УДК 721

Гафиятуллина Алия Фанисовна

архитектор

E-mail: Guffi_a@mail.ru

ООО «Роста Групп»

Адрес организации: 420140, Россия, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 90А

Фахрутдинова Инесса Алековна

кандидат архитектуры, доцент

E-mail: fahinessa@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Мемориально-ландшафтный парк «Соколиная гора»,
с разработкой туристического центра в с. Верхний Услон,
как новый бренд Республики Татарстан**

Аннотация

Постановка задачи. В статье проводится предпроектное исследование исторической части села Верхний Услон, которое послужило обоснованием выбора территории под мемориальный парк, обозначило его значимость для туристического развития Республики Татарстан и повлияло на композиционное и образное решение туристического комплекса. Авторы поставили перед собой следующие задачи: 1) рассмотреть историю и топографию села, выявить исторические факты и ландшафтные характеристики, определить проектный участок; 2) разработать концепцию функциональной и образной модели самого парка и здания туристического центра.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в определении территории мемориального парка в селе Верхний Услон и разработке архитектурно-функциональной модели туристического центра.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в разработке нового для Республики Татарстан туристического объекта – мемориального парка «Соколиная Гора», который включает в себя важные культурные и исторические составляющие. Также авторами предложена новаторская модель сельского туристического комплекса, способного удовлетворить различные потребности туристов. Строительство такого объекта, как мемориальный комплекс с разработкой туристического центра в селе Верхний Услон, может дать положительный результат для экономического развития самого поселения и развития туристической отрасли Республике Татарстан в целом. Предложенная функционально-планировочная модель туристического комплекса расширяет типологию сельских общественных зданий.

Ключевые слова: развитие территорий, брендинг, сельский туристический комплекс, туристический центр, мемориально-ландшафтный парк.

Введение

Отрасль туризма в Республике Татарстан становится все более значимой в структуре республиканской экономики. В последние десятилетия в Казани и по всей республике активно возводятся объекты, работающие на внешний и внутренний туризм: историко-ландшафтные и музейные комплексы, объекты физкультурно-спортивной и гостиничной инфраструктуры, развлекательные центры, аквапарки, дельфинарии и многое другое... [1].

История и природа Республики Татарстан настолько богаты, что многие исторические места и поселения имеют потенциал для развития в рамках туристической отрасли. Например, в селе Верхний Услон до наших дней сохранились окопы белочехов, оборонявших высоту от отрядов красной армии, также в неизменном виде сохранилась основа артиллерийского пушечного орудия. На горе находится памятник чешским легионерам и обзорная площадка. В настоящее время село Верхний Услон уже служит притягательной точкой для многих туристов – отсюда, с высокого берега Волги,

раскрываются прекрасные панорамы на Казань. Актуальности развития данного места увеличивают и значимые для истории России даты – 100-летие Октябрьской революции, 100-летие защиты Казани во время гражданской войны, 100-летие образования ТАССР. У авторов возникла идея разработки мемориального парка и туристического центра в селе Верхний Услон, которые могут стать новым брендом для Республики Татарстан.

Историческая справка развития села Верхний Услон

Историческое поселение Верхний Услон (тат. Югары Ослан), село, административный центр Верхнеуслонского района, расположенное в северо-восточной части Приволжской возвышенности, на правом берегу реки Волги и ее притока реки Свияги. На севере и северо-западе район граничит с Зеленодольским муниципальным районом, на востоке через водораздел Волги – с Кировским районом г. Казань и Лаишевским муниципальным районом. На юге и юго-западе граничит с Камско-Устьинским, Апастовским и Кайбицким муниципальными районами [2].

Эти территории уже в древнейшие времена освоили первобытные люди, останки стоянок которых находят в большом количестве на этом берегу Волги недалеко от Верхнего Услона. Современная история села известна с середины 16-го века, с освоения территории выходцами Троицко-Сергиева монастыря – с 1553 года земли нынешних Верхнего и Нижнего Услона принадлежали Троице-Сергиеву монастырю, но поселений здесь не было. В Писцовой книге 1567 года сохранилась запись, что имеются «...Займища новые у реки у Волги на берегу выше Гостиного острова, а ниже Каменных гор на горной стороне, в черном и диком лесу. А на займище двор монастырский и пять шалашей, а живут в них монастырские детеныши...».

В 1594 году сельцо получает название село Большой Услон, а с течением времени стало именоваться Верхним. В писцовых книгах 1594 года Верхний Услон описывается так: «...сельцо Услон, что было займище у реки у Волги на берегу, выше Гостиного острова, а ниже Каменных гор, против Ирехова острова, а ниже изголовья Казанского устья, на горной стороне, а в селе храм Николы Чудотворца, а в храме образы, и книги, и сосуды церковные, и колокола, и всякое церковное строение, монастырское, Троице-Сергиева монастыря, а в селе двор монастырский...» [2].

В 18 веке село, образованное как монастырское, было передано в ведение Коллегии экономики, а затем Министерству государственных имуществ. С конца 19 века с. Верхний Услон становится волостным центром. В начале 20-го века поселение становится популярным местом отдыха казанцев – здесь строятся первые дачи.

В годы гражданской войны на Волге в районе Верхнего Услона проходили бои за город Казань. Войска Красной Армии в начале сентября 1918 года под прикрытием огня с кораблей Волжской флотилии развернули наступление на Верхний Услон и освободили его. Именно с Услонской горы напротив Казани артиллерия Троцкого начала штурм и освобождение Казани, занятой белочехами и отрядами КОМУЧа, что привело к коренному перелому в Гражданской войне в России в 1918 году [3].

Сегодня близкое расположение Верхнеуслонского муниципального района к городу Казани позволяет активное посещение городскими жителями привлекательных для кратковременного отдыха территорий района. Так популярными объектами паломнического туризма стали Вознесенский Макарьевский монастырь – мужской монастырь Казанской епархии Русской Православной Церкви, расположенный в 30 км от Казани и в 2 км от Свияжска в с. Введенская Слобода. Вблизи памятника природы Печищинского геологического разреза расположен музей белорусского поэта Янки Купалы. По статистике в 2013 году музей посетили 2000 туристов, в 2014 году – 2500 туристов [4].

В Верхнем Услоне расположены все общественные центры, необходимые для жизни: среднеобразовательная школа, верхнеуслонская центральная районная больница, плавательный бассейн и др. Но, несмотря на свое расположение, популярность и имеющиеся уникальные памятники истории и архитектуры, в Верхнем Услоне до сих пор нет цельного туристическо-рекреационного комплекса и инфраструктуры, которые могли бы увеличить интерес к поселению и дать ему новое развитие.

Мемориальный парк, как новый бренд Верхнего Услона и Республики Татарстан

Как изложено выше, история Верхнего Услона тесно связана с событиями гражданской войны – летом 1918 года здесь развивались судьбоносные для России боевые действия между красной армией и белочехами. История этих дней изучена, составлена карта боевых действий, на горе Верхнего Услона сохранились уникальные артефакты тех дней и установлен памятник павшим в боях белочехам. Однако широко об уникальности данного места мало кто знает, и, тем более, не отдано должного внимания памяти другой стороне боевых действий – памяти бойцам, погибшим за Красную армию. По мнению авторов, необходимо восстановить историческую справедливость, сохранить историко-ландшафтный памятник и превратить его в новый центр паломничества через строительство на этом месте рекреационного мемориально-ландшафтного парка¹.

Создания нового бренда для города или ребрендинга служат такие примеры как:

- Диснейленд и Диснеймир – наиболее значимые общественные пространства конца XX века. Компания Дисней – это новатор глобального масштаба в области символической экономики технологий и развлечений, кроме того, компания оказывает огромное влияние на символическую экономику городов [5];

- Ребрендинг Парижа, как современного мегаполиса, был сложной задачей. Однако, в рамках новаторского движения, Париж решил отремонтировать и переработать памятники, фабрики и морги в самые современные пространства. За последние годы благодаря расширению современного искусства в ткань всего Парижа, город утвердил себя как глобальный игрок искусства и успешно работал, чтобы переименовать себя в современный город. Современное искусство обрамляет и изменяет образ Парижа и Франции путем ребрендинга прошлой славы, как Гранд Дворец в места будущего. Постоянно растущая природа парижского арт-сообщества продвигает город и помогает ребрендингу. Наконец, новые места и события современного искусства в местах, исходящих из центра, расширяют Париж [6];

- В 2004 году, во время крупного проекта реконструкции и дополнения, Биомедицинская библиотека Калифорнийского университета в Сан-Диего временно переехала из своего постоянного места рядом с медицинскими и аптечными школами в основную библиотеку. Обновление и переезд вдохновили администраторов и сотрудников библиотеки на разработку и формулирование бренда для библиотеки. Хотя проект реконструкции был стимулом для развития бренда библиотеки, сам процесс ребрендинга, мозговой штурм и рефлексия, был профессионально бодрящим для всех уровней библиотечного персонала [7].

Мемориально-ландшафтный парк может стать местом для проведения различных мероприятий – исторических реконструкций боевых действий, различных фестивалей на военную или фольклорную тематику. Березовая роща, расположенная рядом, издревле используется для приходских и церковных праздников. Также Верхнеуслонская гора популярна среди спортсменов и любителей дельтапланеристов, что усиливает потенциал места, как центра притяжения туризма.

Все это наводит на мысль, что через строительство мемориально-ландшафтного парка, Татарстан может получить новый бренд интересный не только жителям Татарстана, но и гостям Республики. Вследствие этого, парк необходимо дополнить развитой инфраструктурой – местом временного проживания и отдыха, музеем гражданской войны, спортивным центром и другими функциями, которые могут обеспечить объектом туристического центра при мемориальном парке.

¹Среди всего разнообразия рекреационной системы, созданные за последние годы, мемориально-ландшафтные комплексы занимают особое место. Мемориальные комплексы и парки отличаются от других классификаций своим назначением, принципами объемно-пространной композицией и размещением памятников на территории. Кроме всего вышперечисленного, мемориальные парки имеют разные эмоциональные характеристики: торжественного наполненные символикой триумфа и победы (образы победы в войне, трудовые подвиги народа или покорение космоса); траурного наполнения утраты и скорби (надгробные памятники, вечный огонь и различные монументы). На территории мемориальных парков должны организовываться несколько функциональных зон, включающие в себя мемориальные объекты и культурно-обучающие объекты, такие как музей или информационный центр.

Градостроительное обоснование выбора территории

Территория проектирования рекреационного мемориально-ландшафтного парка находится в лесопарковой зоне на одной из самых высоких точек верхнеуслонского района, территория граничит с жилыми одноэтажными застройками села Верхний Услон и Печищи. Несмотря на свое расположение, в непосредственной близости от села, проектная территория пустует и отчуждена от самого села. Из коммуникаций имеется лишь грунтовая дорога, соединяющая поселок Верхний Услон с селом Печищи.

Расстояние от центра Верхнего Услона до проектируемого участка – 1 км, такое расстояние можно пройти за 20 мин, а это значит, что все необходимые услуги находятся в пешей доступности. Кроме того, срединное расположение парка между Верхним Услоном и Печищами взаимовыгодно для всех исторических объектов и может способствовать обогащению туристической программы проектируемого объекта.

Одна из сложностей проектирования на данной территории заключается в неоднородном рельефе со значительными перепадами. Сам проектный участок представляет собой неоднородный рельеф, но этот факт можно обыграть новыми методами многоуровневого проектирования, что сделает объект композиционно богаче и интереснее в восприятии.

Данная территория проектирования имеет особую ценность в мировой истории. В начале 2010-х годов власти приняли решение установить на горе памятник чехословацким legionерам. 24 октября 2013 года его открыли заместитель министра обороны Чехии Ленка Мелихарова-Птачкова и заместитель премьер-министра Татарстана Юрий Камалтынов. Этот монумент, безусловно, влияет на границы проектируемого участка и становится одним из основных элементов.

Концепция генерального плана заключается в идее создания туристического маршрута, который берет свое начало с пляжа, проходит через село и поднимается наверх к туристическому центру на горе. Основное ядро концепции в сохранении природной среды и в подчеркивании исторической особенности данной территории. Разрабатываемый генеральный план в функциональной и композиционной идее использует оставшиеся окопы белочехов и другие исторические артефакты, тем самым подчеркивая особенности и историческую ценность территории.

Композиционная структура парка состоит из нескольких основных акцентов, которые служат притягательными зонами:

- зона массовых мероприятий – площадь перед въездом в парк;
- тихая зона с амфитеатром и интерактивным кинотеатром на открытом воздухе.

Главный вход находится в юго-восточной части парка, именно с этой стороны предлагается развитие инфраструктуры парка и прохождение основных потоков движения. На отдельной площадке находится вертолетная площадка для скорой помощи. Начинается парк с большой площади – здесь располагаются небольшие зоны отдыха со скамейками и велопарковками. Отсюда же начинают движение пешеходные потоки в трех направлениях: первый путь идет по направлению к туристический центру, второй пешеходный путь ведет через ярмарочную площадь к окопам белочехов, третий путь является прогулочным.

Прогулочные дорожки имеют плавную извилистую конфигурацию и небольшие связи между площадками. Данная форма стирает грани между различными зонами – происходит плавный переход из одной активной зоны в другую. Переходы между зонами выделяются очертанием и материалом:

- основная дорога прокладывается плиткой;
- второстепенные переходы мостятся деревянными досочками или зеленым полотном.

Прогулочная зона предназначена для организации тихого и прогулочного отдыха для различных групп населения. Она расположена на внешнем круге территории, на ней расставлены небольшие активные точки. Одной из таких точек является амфитеатр с кинотекой на открытом воздухе. Здесь посетители парка и туристического центра могут посидеть в тени деревьев и отдохнуть в тишине, или же посмотреть анимацию.

Для обеспечения проектируемой территории местами хранения и парковками автотранспорта, проектом предусмотрено размещение наземной автостоянки 100 машиномест, включая гостевые и служебные места (рис. 1).



Рис. 1. Генеральный план мемориального парка (иллюстрация авторов)

Архитектурно-функциональная модель и концепция туристического центра

Здание туристического комплекса спроектировано на участке с ограничениями и сложной геометрией внешних пространств. Вокруг центра формируется непрерывный внешний маршрут посетителей. Здание центра состоит из двух объемов, объединенных стилистически, функционально и коммуникативно, что создает визуальное единство

комплекса. Геометрическая усложненность формы выгодно демонстрирует постройку со всех точек обзора (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид мемориального парка и туристического комплекса (иллюстрация авторов)

Функциональная структура туристического центра состоит из трех основных функциональных зон, которые будут сообщаться между собой:

- первая зона – выставочная (музей гражданской войны);
- вторая – селитебная (жилье временного пребывания);
- третья – детская развлекательная зона.

Два объема здания туристического центра соединяются между собой переходом на втором этаже. За счет этого перехода возникают связи между различными функциональными зонами: гостиничной частью и музейным центром в одном объеме и тренажерно-спортивным комплексом в другом (рис. 3).



Рис. 3. Внешний вид туристического комплекса (иллюстрация авторов)

Таким образом, туристический комплекс включает в себя:

- музейный комплекс;
- конференц-зал (кинозал);
- творческая мастерская;
- выставочная галерея;
- творческая летняя площадка (арт-платформа);
- жилье временного пребывания;
- ресторан;
- тренажерный комплекс (рис. 4).

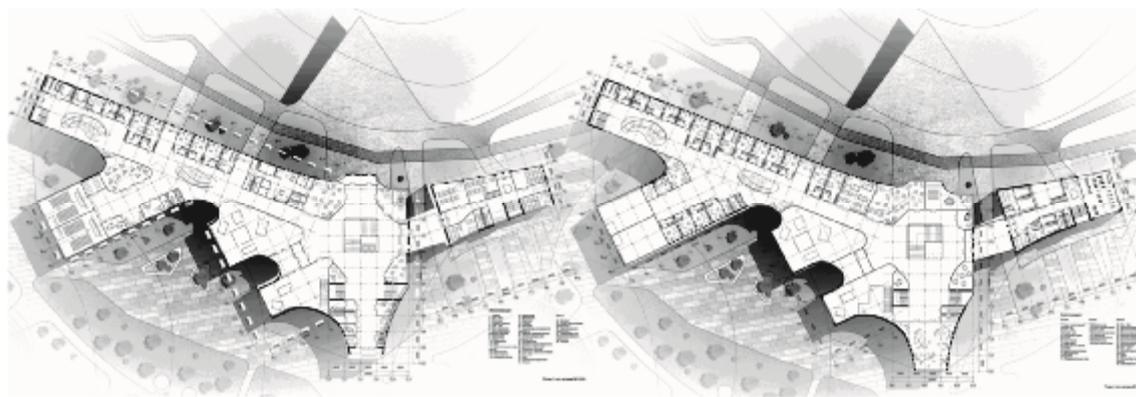


Рис. 4. План первого и второго этажа (иллюстрация авторов)

Уровень первого этажа является главным парадным уровнем, в котором происходит основное разделение функциональных процессов. Именно на этом уровне расположены основные входы в блоки. Перед каждым входом располагается встречающая площадь, которая создает такой эффект, что, находясь в одном здании, мы словно попадаем в систему зданий.

Туристический комплекс вписывается в окружающее пространство, он становится одним из объектов пешеходного и велосипедного маршрута, он связан с площадками для отдыха и самим мемориальным парком. Форма здания практически повторяет форму рельефа горы.

По типологии туристический комплекс служит универсальным объектом, выполняющим несколько функций: образовательную, досугово-развлекательную и музейно-просветительскую, что является новаторским приемом для проектирования сельских туристических центров.

В туристическом комплексе предусмотрено жилье временного пребывания, для одиночных путешественников и семейных групп. Номера в туристическом комплексе спроектированы с панорамными видами на г. Казань. Сам туристический комплекс будет отлично просматриваться со стороны р. Волги, что обогатит береговую панораму села.

Капитальность здания туристического центра позволит ему работать круглогодично, что обеспечит его окупаемость и даст экономическое и социальное развитие ближайшим поселениям.

Заключение

Представленные идеи по строительству мемориально-ландшафтного парка и туристического центра – это инновационное предложение, которое не только разумно вписывается в окружающую среду, но и формирует, преобразует пространство вокруг себя, придавая ему новое социально-культурное значение. Туристический центр – новаторский тип сельской архитектуры, включающий в себя информационно-исторический музей, гостиницу временного пребывания, центр обучения полетов на парашюте, ресторан и смотровую площадку на крыше.

Внедрение данного объекта может стать связующим звеном в рекреационной системе города Казань и Верхнеуслонского района, поднять общее экономическое благосостояние, а главное, стать центром притяжения мировой культуры и при этом выражать самобытность и национальное богатство Республики Татарстан.

Разработанный, в рамках дипломного проектирования, проект прошел апробацию в таких конкурсах как:

- XXV Международного фестиваля «Зодчество» (Диплом Союза архитекторов России, лауреат) [8];
- Международный архитектурный конкурс «Архистоун-2018» (Диплом победителя) [9];
- Архитектурный конкурс «Insulating Design-2018» (3-е место в номинации «Студенческий проект») [10].

Список библиографических ссылок

1. Арсланова Г. Х., Юркина И. А., Яруллина Л. Р. Тенденции развития туристской сферы в Республике Татарстан // Вестник КазГУКИ. 2013. № 4-2. С. 248.
2. Верхнеуслонский муниципальный район // История района. URL: <http://verhniy-uslon.tatarstan.ru/rus/istoriya-rayona.htm> (дата обращения: 28.12.2018).
3. ЦБС Верхнеуслонского муниципального района // Официальный сайт. URL: <http://uslon-cbs.ru/index.php/2013-08-27-09-29-19> (дата обращения: 28.12.2018).
4. Стратегия социально-экономического развития Верхнеуслонского муниципального района Республики Татарстан на 2016-2021 годы и плановый период до 2030 года. // Официальный сайт. URL: <http://verhniy-uslon.tatarstan.ru> (дата обращения: 28.12.2018).
5. Zukin S. Urban Culture. Massachusetts, United States. 2000. P. 49–50.
6. Elizabeth Tiso. Paris: exhibitors and contemporary art // Texts of Frozen. 26 (1). P. 26.
7. Stimson N. F. Changing the library as a branding opportunity: connect, reflect, explore, discover // News of colleges and scientific libraries. 2007. 68 (11). P. 694–698.
8. Победители фестиваля «Зодчество-2018» // URL: <http://zodchestvo.com/results/winners/> (дата обращения: 28.12.2018).
9. Победители конкурса // URL: http://www.archi-expo.ru/archive/contests/2018/8919/winners/?_ga=2.115751238.1534320534.1548613324-365507226.1538513413 (дата обращения: 28.12.2018).
10. Итоги конкурса Insulating design 2018 // URL: <https://www.isopan.ru/magazine/itogi-konkursa-insulating-design-2018> (дата обращения: 28.12.2018).

Gaffiyatulina Aliya Fanisovna

architect

E-mail: Guffi_a@mail.ru**LLC «Rosta Group»**

The organization address: 420140, Russia, Kazan, Julius Fuchik st., 90A

Fakhrutdinova Inessa Alekovna

candidate of architecture, associate professor

E-mail: fahinessa@mail.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Memorial landscape park «Sokolinaya Gora»
with the development of the tourist center in the village Upper Uslon
4eas a new brand of the Republic of Tatarstan****Abstract**

Problem statement. The article conducts a study of the creation of a memorial park «Sokolinaya Gora» with the development of a tourist center in v. Upper Uslon. The authors set the following tasks: 1) Review the history and topography of the village, identify historical facts and landscape characteristics in order to understand the significance for the area. A study is being conducted for the project concept, which could be used to substantiate the choice of the territory for the memorial park and designate its significance for the tourist development of the Republic of Tatarstan, and influence the compositional decision of the tourist complex. 2) Develop the concept of a functional and imaginative model of the park itself and the tourist center.

Results. The main results of the study are to determine the territory of the memorial park in the village of Verkhniy Uslon and the architectural and functional model of the tourist center.

Conclusions. The significance of the results for architecture consists in the development of a new tourist object for the Republic of Tatarstan – the Sokolinaya Gora memorial park, which includes important cultural and historical components. The authors also proposed an innovative model of a rural tourist complex capable of satisfying the different needs of a tourist. The

construction of such an object as a memorial complex with the development of a tourist center in the area can give a positive result for the development of tourism in the Republic of Tatarstan.

Keywords: development of territories, branding, rural tourist complex, tourist center, memorial landscape park.

References

1. Arslanova G. H., Yurkin I. A., Yarullina L. R. development Trends of tourism sector in the Republic of Tatarstan // Vestnik KazGUKI. 2013. №. 4-2. P. 248.
2. Upper Uslon municipal district // History of the district. URL: <http://verhniy-uslon.tatarstan.ru/rus/istoriya-rayona.htm> (reference date: 28.12.2018).
3. Central library system of Upper Uslon municipal district // Official website. URL: <http://uslon-cbs.ru/index.php/2013-08-27-09-29-19> (reference date: 28.12.2018).
4. Strategy of socio-economic development of the Upper Uslon municipal district of the Republic of Tatarstan for 2016-2021 and the planning period until 2030 // Official site. URL: <http://verhniy-uslon.tatarstan.ru> (reference date: 28.12.2018).
5. Zukin S. Urban Culture. Massachusetts, United States. 2000. P. 49–50.
6. Elizabeth Tiso. Paris: exhibitors and contemporary art // Texts of Frozen. 26 (1). P. 26
7. Stimson N. F. Changing the library as a branding opportunity: connect, reflect, explore, discover // News of colleges and scientific libraries. 2007. 68 (11). P. 694–698.
8. The winners of the festival «Zodchestvo-2018» // URL: <http://zodchestvo.com/results/winners/> (reference date: 28.12.2018).
9. The Winners // URL: <http://www.archi-expo.ru/archive/contests/2018/8919/winners/?ga=2.115751238.1534320534.1548613324-365507226.1538513413> (reference date: 28.12.2018).
10. Results of the competition Insulating design 2018 // URL: <https://www.isopan.ru/magazine/itogi-konkursa-insulating-design-2018> (reference date: 28.12.2018).

УДК 72.01

Каримова Луиза Ирековна

архитектор

E-mail: luiz-karimova@yandex.ru

Компания S4S Architects

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Петербургская, д. 52

Денисенко Елена Владимировна

кандидат архитектуры, доцент

E-mail: e.v.denisenko@bk.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Принципы формирования архитектурного пространства на водном каркасе

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявить принципы формирования архитектурного пространства на водном каркасе, т.к. существует необходимость освоения новых кластеров обитания человека в период демографического бума и истощения земельных ресурсов.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в выявлении принципов формирования архитектурного пространства в акваториях: связь архитектуры с водным каркасом, устойчивость к катаклизмам, восполнение энерго- и ресурсозатрат, функция мониторинга, адаптация к окружающей среде, высокотехнологичность, акваморфологические аспекты в формировании архитектурной среды.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в том, что данные принципы позволят сформулировать комплексный подход для проектирования новой типологии архитектуры на водном каркасе.

Ключевые слова: архитектура на водном каркасе, архитектура в водной среде, гидрокластер, управление водными ресурсами в системе строительства, формообразование, акваморфология.

Введение

Россия – богатая водными ресурсами страна, и, пренебрегая освоением водного пространства, она теряет возможность развития в сфере инновационных технологий строительства. Данное направление может принести стране преимущества, т.к. она имеет все необходимые технологические ресурсы, а главное – природный запас протекающих рек.

Современное строительство, связанное с водными ресурсами в России, в основном представлено развитием набережных и прилегающих территорий. Строительство на воде может придать аскетичной городской среде новый импульс. Это позволит сформировать дополнительные общественные и жилые пространства. В период демографического бума, встает острый вопрос дефицита земельного участка и завышенных цен на него, поэтому водное пространство может стать как «площадкой» под общественно-административные здания, так и под жилые.

Множество архитекторов ставило перед собой задачи формирования среды обитания на водном каркасе в условиях перенасыщенности крупных городов. Одним из первых стал Кензо Танге, который рассмотрел город через призму живой структуры, назвав город «мембраной». В проекте «Токио-1960» архитектор преобразовал замкнутую, централизованную систему крупнейших мегаполисов мира в линейную, свободно растущую, перекинув «ось общественной жизни» от исторического центра города через Токийский залив, что позволило решить проблему дальнейшего развития города.

«Город подобен дереву в полном расцвете, со стволом, ветвями и листьями. Ствол – это инженерные коммуникации города, его основа – портовые сооружения, дороги и все элементы благоустройства. Трагедия сегодняшнего дня не только в Японии, но и во всех странах – процесс роста городов не был в свое время достаточно предусмотрен... Наши

города имеют в действительности ветви, но не имеют ствола. В результате огромные массы энергии, расходуемые на строительство, порождают хаос и замешательство»¹.

Аспекты формирования архитектурного пространства на водном каркасе

Зарубежный опыт показывает, что в акваториях можно размещать объекты любого назначения, от жилых домов до производственных зданий. Реализованы проекты железобетонных понтонов, широко применяются плавучие заправки для водного, автомобильного и воздушного транспорта. Объединенные Арабские Эмираты (ОАЭ) давно практикует строительство рекреационных зон, гостиниц, офисных центров, ресторанов на воде, так же популярны плавучие дома в Норвегии, обитаемый мост в Сингапуре и целые водные поселки в Азии [2]. Концептуальная типологическая матрица показывает, какие структурные уровни соответствуют видам среды с применением воды при формировании архитектурного пространства: «микро-», «мезо-», «макро-» и «гипер-» среда (рис. 1).

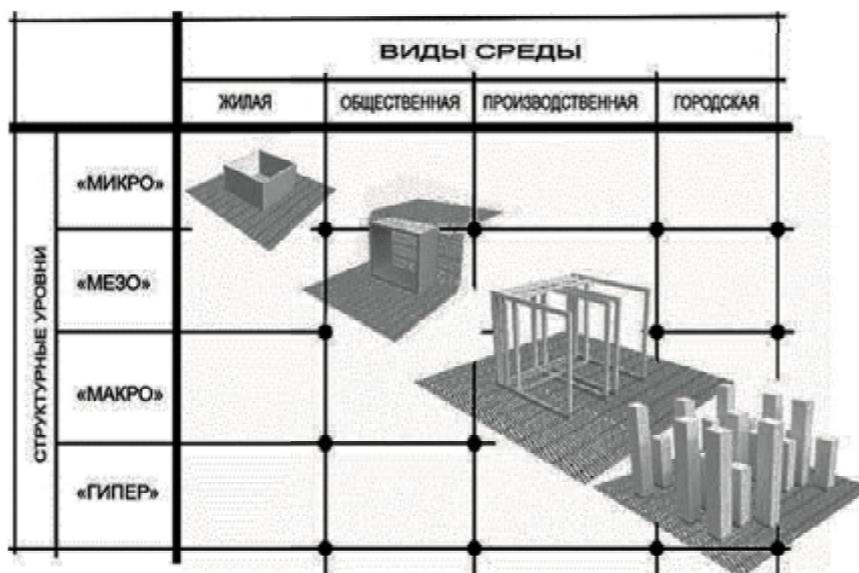


Рис. 1. Концептуальная типологическая матрица (иллюстрация авторов)

Матрица демонстрирует формы внедрения воды в качестве структурной единицы в среду обитания человека: жилую, общественную, производственную и городскую. Таким образом, в микросреде – жилой ячейке, вода может применяться в качестве элемента интерьера; в мезосреде – общественном центре, вода может стать полноценным строительным элементом, современные технологии так же позволяют создать оболочку из водной глади. Таким примером мезосреды служит проект «Дома воды» объединения TREDJE NATUR design², где вода стала основным строительным элементом среды, став платформой здания и организуя архитектурно-планировочное решение. В макросреде – в производственном сооружении, вода может стать как платформой проектирования, так и основным ресурсом производственной деятельности. Примером служит футуристичная ГЭС в Германии, разработанная архитектурным бюро Becker Architekten, расположенная в самом центре города. Она использует воду в качестве источника жизни, эстетической привязки и строительной платформы³. Гиперсреда – городская среда на воде, в таком случае город становится частью акватории, он живет и подчиняется стихии и приспосабливается во всех сферах жизнедеятельности к «живому» источнику [3]. Примером такой среды служат знаменитые города на воде и расположенные у водных артерий мегаполисы: Венеция, Токио, Амстердам и др.

¹Отрывок из книги Кензо Танге «This is Japan» (1965 г.).

²<https://www.tredjenatur.dk/en/portfolio/how-house-of-water/>.

³<http://tekku.ru/futuristichnaya-ges-v-germanii/index.html>.

Принципы формирования архитектурного пространства в акватории

Строительство архитектурных сооружений на воде все больше набирает обороты, но нет единого подхода к формированию гидрокластера – архитектуры на водном каркасе любой типологии и назначения, как отдельного вида архитектуры. Несмотря на то, что подход к созданию каждого объекта уникален, необходимо рассмотреть общие принципы формирования среды в акватории, особенно в природно-климатических условиях регионов России.

1 принцип. Связь архитектуры с водным каркасом

Объект не должен быть обособлен, он должен использовать водную материю, как часть структуры. Вода может стать частью, как интерьера, так и экстерьера. Это отличная альтернатива природным материалам, применяемым в строительстве сооружений, она несет, как эстетическую функцию, так и конструктивную (рис. 2).



Рис. 2. Схема связи архитектуры с водным каркасом (иллюстрация авторов)

Существует несколько форм взаимодействия архитектурных объектов с водной структурой, которые обуславливают степень участия воды в формировании среды.

Формы взаимодействия архитектуры и воды

1. Вода-оболочка.

Вода может заменить строительный материал – потоки воды могут разделять пространство на зоны и тем самым формировать стену между помещениями (рис. 3-4).

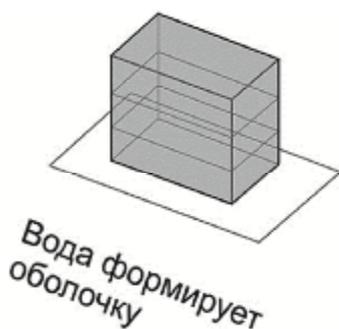


Рис. 3. Схема водной оболочки (иллюстрация авторов)



Рис. 4. Digital Water Pavilion, Massachusetts Institute of Technology, Экспо Саргоса 2008 (<https://inhabitat.com/mit-digital-water-pavilion/>)

2. Вода в структуре объекта.

Вода может стать центром притяжения, как в интерьере, так и в экстерьере, может нести эстетическую, техническую, рекреационную и утилитарную функции в структуре здания (рис. 5-6).

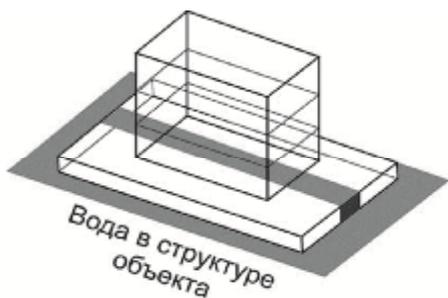


Рис. 5. Схема воды в структуре объекта (иллюстрация авторов)



Рис. 6. Rain Oculus, Marina Bay Sands, Сингапур (https://www.pillartopost.org/2016/03/world-architecture-singapores-rain_16.html)

3. Вода – часть архитектуры.

Вода может стать частью архитектуры: быть ее фасадом, входной группой, ландшафтной и градостроительной составляющей (рис. 7-8).

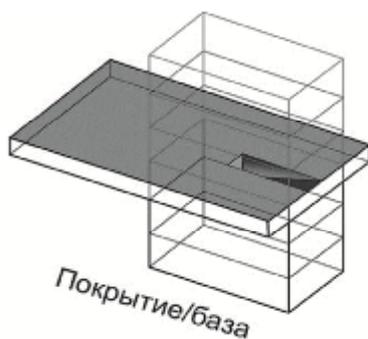


Рис. 7. Схема воды – как часть архитектуры (иллюстрация авторов)



Рис. 8. Храм воды, Япония, Тадао Андо (<https://archi.ru/projects/world/5930/hram-vody>)

4. Объект в структуре воды.

Вода может стать средой обитания для человека, для архитектурно-пространственной оболочки обитания, при этом полностью участвуя в процессе жизнедеятельности сооружения (рис. 9-10).

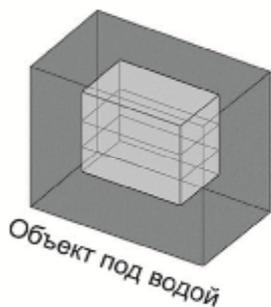


Рис. 9. Схема объекта в структуре воды (иллюстрация авторов)



Рис. 10. Проект Морескреб, William Erwin / Dan Fletcher (<https://naked-science.ru/article/concept/horosho-imet-domik-v-okeane>)

Таким образом, вода становится частью архитектуры и транслирует различные функции: как эстетические, так и утилитарные: формирует архитектурное пространство потоками воды (создает оболочку, перегородки и пр.), формирует игровые элементы в интерьере и др.

2 принцип. Акваморфологические аспекты в формировании архитектурной среды

Вода –непредсказуемая стихия, постоянно изменяющаяся структура, она может преобразовывать разные формы: круги, рябь, полосы, дыры, сетки, волны, симбиоз вышеперечисленных форм. Вода имеет различные оттенки и цвета, которые меняются под действием природных преобразований. Широко известны физические свойства воды, из которых можно выявить три состояния:

- твердое – лед;
- жидкое – вода, пена;
- газообразное – туман, пар [5-6].

Таким образом, изучая физические свойства воды, люди сочетают структуру воды, применяя ее в качестве строительного материала, сочетая с инженерными решениями под чутким художественным взглядом архитектора. Зодчие разных поколений стремились применять акваморфологические аспекты при формировании архитектурной среды. Данные аспекты считаются в формах, в архитектурно-планировочной, пространственной системах (рис. 11).

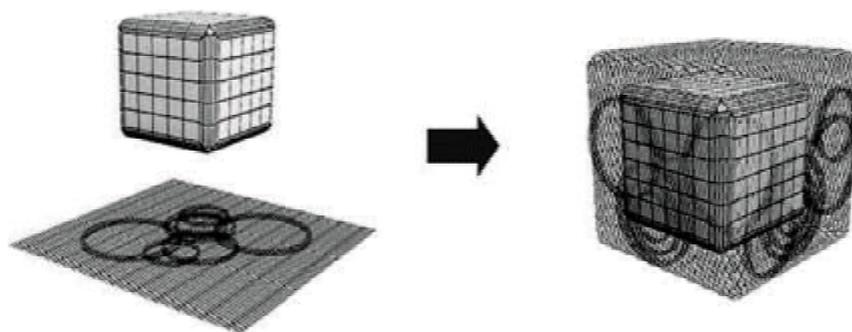


Рис. 11. Схема акваморфологического аспекта в формировании архитектурной среды (иллюстрация авторов)

Знаменитый теоретик в области архитектуры эпохи Возрождения Альберти утверждал, что «здание есть как бы живое существо, создавая которое следует подражать природе» [5]. При всем этом он понимал, что архитектура – это социальная структура, она сложнее, чем органические процессы природы. Архитектор, как и природа, создает форму из материи, порой имитирует ее мотивы.

Принцип акваморфологии заключается в том, что вода диктует форму архитектурного сооружения, расположенного вблизи акватории, либо над ней, либо под ней. Акваморфологические аспекты можно проследить в ряде архитектурных объектов крупных архитектурных студий России и зарубежья [7].

Проект домов жилого квартала «Круги на воде» А.А. Асадова в Москве⁴ (рис. 12).

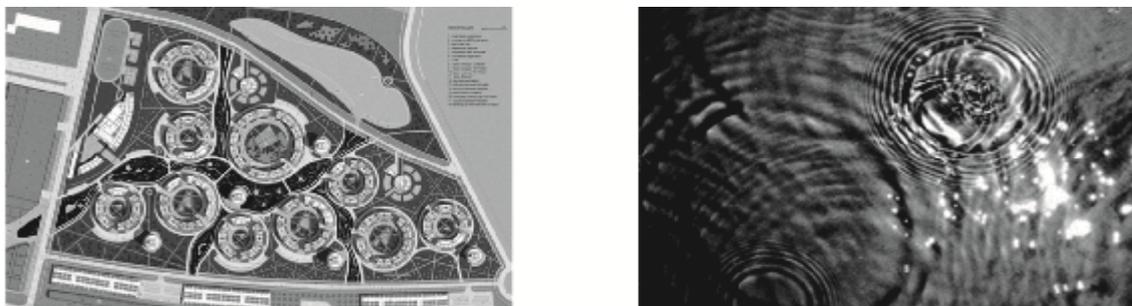


Рис. 12. Проект жилого квартала «Круги на воде», А.А. Асадов, Москва (<https://archi.ru/projects/russia/4478/eksperimentalnyi-zhiloi-kvartal-krugi-na-vode>)

⁴http://agency.archi.ru/images_linked.html?rt=news&id=6168&img_id=24316.

Концепция проекта заключается в колебании воды, вызванного падающей каплей. От центра расходятся круги и увеличиваются в радиусе при отдалении от центра. Архитекторы пришли к выводу, что они образуют ряд Фибоначчи⁵, только в обратном порядке. В проекте читается ритм, шаг, разрез изгибистой волновой линии – все природные мотивы [8].

При проектировании общественных сооружений архитекторы часто используют прием образности, например: подобие капли, всплеск воды, волны, глыбы льда.

Таким образом, применение принципа акваморфологического аспекта формирования архитектурной среды позволяет максимально приблизить объект проектирования к природной среде и внедрить ее в живую экосистему. Для достижения данного эффекта, архитекторы используют компактность, акцентность, большие остекленные площади, аморфные формы, а также материалы, способные отражать окружающую природу.

3 принцип. Устойчивость к катаклизмам

Архитектура, создаваемая на экстремальной площадке (над водой, под водой), всегда подвержена стихийными катаклизмам. Поэтому архитектурный объект должен быть устойчив к ним, в частности, к наводнению во время приливов, шторма и к торнадо в регионах России близ воды, часто зафиксированному, в последнее время, явлению.

Объект должен быть оснащен генераторами, насосами, а также он должен быть устойчив к подводным течениям. Формирование универсальной среды, способной устоять при катаклизмах, позволит создать высокотехнологичную архитектуру (рис. 13).

Устойчивость архитектурного сооружения к катаклизмам напрямую зависит от типологии архитектуры в зависимости от степени участия воды в формировании объекта: плавучий объект, объект под водой, примыкание объекта к воде, объект – часть водной структуры: мост, плавучий остров и т.д.

Голландский архитектор Кун Олтхёйс (архитектурное бюро Waterstudio) разработал теорию о том «как города могут жить вместе с водой, а не бороться с ней». Он считает, что будущее лежит за плавучими домами, поэтому занимается проектированием устойчивых домов на понтоне⁶. В своих проектах архитектор использует гидравлический подъемник, а также легкие материалы, способные оставаться на плаву при увеличении полезной нагрузки (рис. 14) [10].

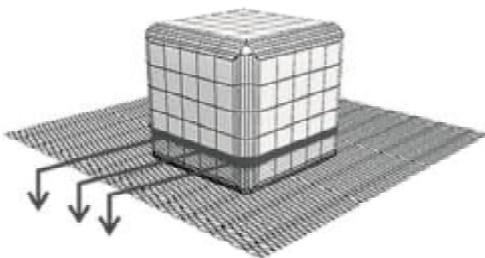


Рис. 13. Схема устойчивости объекта к катаклизмам (иллюстрация авторов)



Рис. 14. Плавучие дома, Амстердам, Нидерланды, бюро Waterstudio
(https://echo.msk.ru/blog/varlamov_i/717419-echo/)

4 принцип. Восполнение энерго- и ресурсозатрат

Вода должна стать источником питания и энергии, а не быть данностью, препятствием, которое нужно пересечь. Вода может использоваться как источник энергии. Применяя альтернативные источники энергии, в основе которых свойства воды, например, двойное отражение, речные потоки и прочее, можно создать универсальный объект.

⁵Ряд Фибоначчи – математическая последовательность, каждый член которой составляют сумму двух предыдущих.

⁶<https://ekabu.ru/163516-plavuchie-doma-v-amsterdame.html>.

К таким принципам ресурсосбережения, при формировании архитектурного сооружения на воде, относятся: повторное применение водного ресурса, применение концепции зеленой инфраструктуры, применение приливной энергии и мельниц, захват и повторное использование дождевой воды, использование сточных вод в качестве энергоресурса, солнечная батарея на воде (двойное отражение) и использование речных потоков (ветер под водой)⁷ (рис. 15).

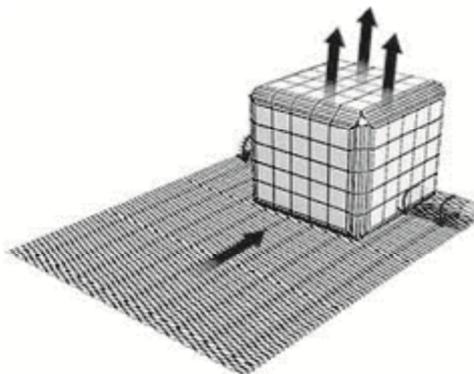


Рис. 15. Схема восполнения энерго- и ресурсозатрат (иллюстрация авторов)

5 принцип. Функция мониторинга

При эксплуатации объекта, в результате жизнедеятельности, вырабатываются отходы, которые могут повлиять на экосистему воды, поэтому необходимо запроектировать систему очистки воды и минимизировать антропогенное воздействие на водную структуру (рис. 16).

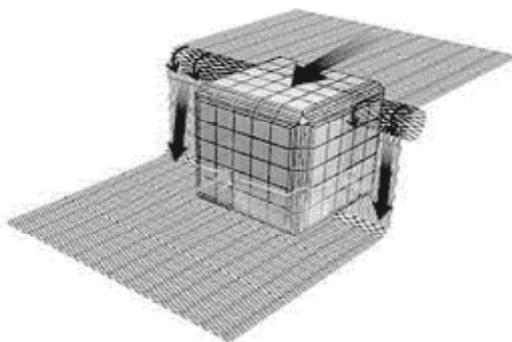


Рис. 16. Схема восполнения ресурсов (иллюстрация авторов)

Примером данного принципа служит проект здания GEOTube от компании Faulders Studio В Дубаи, ОАЭ⁸. Концепция здания предполагает создание здания-фильтра, стены которого похожи на огромную паутину. Трубки, из которых состоит сеть «паутины», предназначены для очистки воды из Персидского залива. Они должны превращать воду из соленой в пресную. Кроме того, вода, проходящая через эти трубки, будет нагреваться за счет прямых солнечных лучей.

Еще один, на первый взгляд, утопичный, но вполне реальный проект французского архитектора бельгийского происхождения Венсана Коллебо – многофункциональное судно Физалия (Physalia). Внешний слой корабля представляет собой слой TiO₂ (диоксида титана), который вступает в реакцию с ультрафиолетовыми лучами, очищая воду.

⁷Научная статья Каримовой Л.И. и Денисенко Е.В. «Применение принципов ресурсосбережения при строительстве архитектурных объектов на водном каркасе», опубликованная в ведущем рецензируемом научном журнале «Известия КГАСУ». https://izvestija.kgasu.ru/ru/nomera-zhurnal/arkhiv-zhurnal/sod=sod2_2018&idizv=12.

⁸<https://novate.ru/blogs/260210/14194/>.

Кроме того, вода прокачивается через садовую систему, которая является биологическим фильтром и очищает воду от загрязнений и вредных веществ. Данная концепция подразумевает не только решить глобальную проблему загрязнения воды, но и своим художественным образом привлечь внимание правительства к этой проблеме, что немало важно⁹ [8].

При строительстве на воде негативное воздействие неизбежно, поэтому необходимо продумывать этот факт на начальном этапе строительства.

6 принцип. Адаптация к окружающей среде

Принцип адаптации архитектурного сооружения к окружающей среде очень важен, особенно при формировании архитектурного пространства в акватории, т.к. объект сам по себе отделен от береговой линии. Архитектура должна стать частью системы города, необходимо создание связей с береговой линией, необходимы транспортные, пешеходные и рекреационные пути (рис. 17).

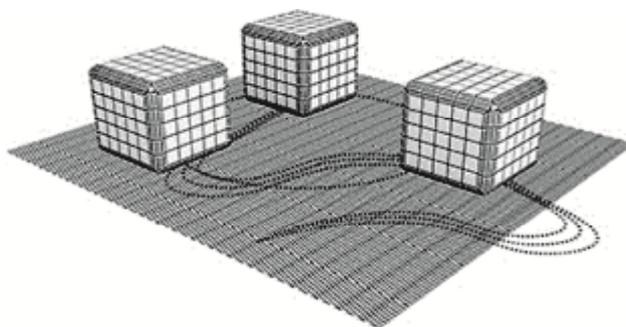


Рис. 17. Схема адаптации к окружающей среде (иллюстрация авторов)

Существует три аспекта гармоничного существования сооружения в акватории:

- связь с городским ландшафтом – объект не должен быть обособлен от существующей среды;
- симбиоз с природой – объект должен гармонично вписываться в живую структуру, должен стать продолжением биомантии;
- сохранение аутентичности архитектурного объекта.

Данная тема становится все более популярной и рассматривается в научной статье Минязовой А.Б. и Айдаровой Г.Н.: «Архитектурная среда экопоселений, как пример устойчивого развития», опубликованной в научном журнале «Известия КГАСУ».

Известный архитектор Джеффри Майкл Уильямс говорил: «Современная городская архитектура становится восхитительной, когда включает в себя, как инновационные дизайнерские решения, так и уважение к историческому контексту, а также содержит в себе предпосылки к архитектуре будущего». Умный подход к проектному решению, осознание духа места и создание среды, комфортной для жизни человека, сделает любой проект частью единого ансамбля самобытного города, несмотря на то, что объект на воде считается отрезанным от городского ансамбля.

7 принцип. Высоко технологичность

Принцип высоко технологичности представляет собой повсеместный аспект проектирования современной архитектуры, но строительство на воде подразумевает создание сложной структуры с применением биоподходов [8], применение мембранных систем, мобильности, дигитальности (рис. 18). Современная тенденция строительства склоняется к дигитальной (цифровой) архитектуре, базой которой служит точное компьютерное моделирование пространственной среды с учетом природно-климатических условий и базы проектирования.

⁹<http://www.membrana.ru/particle/1462>.



Рис. 18. Схема высоко технологичности объекта (иллюстрация авторов)

Структура, создаваемая на воде, должна отвечать современным технологиям производства, так как последствия от некачественного строительства могут стать катастрофическими. При всей сложности «площадки» строительства, архитектура должна быть устойчива, но при этом должна иметь возможность трансформироваться и передислоцироваться, т.к. стихия воды часто непредсказуема и постоянно меняет свое агрегатное состояние.

Вице-президент Союза московских архитекторов Михаил Хазанов сказал, что «объекты строительства на воде должны иметь возможность перемещаться, периодически менять места дислокации, в этом случае будет меняться и городской пейзаж». Такой подход позволит сформировать высокотехнологичную, структурированную форму, способную адаптироваться к новой функции, а меняя место дислокации, адаптироваться к городской среде.

Международная студия Penda предложила проект трансформирующегося здания музея Баухауза в центре Дессау, Германия¹⁰. Два блока помещений здания расположены в кубоидах, установленных на вращающуюся платформу. Благодаря трансформации, здание может служить воротами в парк или же приглашать посетителей в залы музея. Таким образом, в здании максимально эффективно использовано пространство, а применения такого рода подхода проектирования на воде позволит трансформировать архитектуру для «свободного прохода» водного вида транспорта.

Внутренние трансформации так же необходимы для создания водной архитектуры, так здание-трансформер компании Richard Murphy Architects изменяет внутреннюю структуру в модульной ячейке жилого комплекса на воде, что позволяет создать мобильное пространство комфортное для жизни человека [11].

Заключение

Выявленные принципы архитектурно-пространственной организации объектов на воде могут стать основой проектирования городских структур мегаполисов, расположенных на водной артерии.

«Будущее начинается с безумных идей, которые рождают новые теории. Если задаться нерациональной целью, набредешь на рациональную, перспектива прояснится и появится путь к чему-то новому, поэтому безумных идей не бывает» – говорил Тед Гивенс, главный архитектор 10 Design, поэтому то, что кажется безумной идеей сегодня, может стать воплощенной формой завтра.

Таким образом, данные принципы позволят выработать методологию формирования архитектурного пространства на водном каркасе.

¹⁰<http://sds.uz/proekt-zdaniya-muzeya-transformer.html>.

Список библиографических ссылок

1. Змеул С. Г., Маханько Б. А. Архитектурная типология зданий и сооружений. М. : Стройиздат, 1999. 238 с.
2. Агентство Архитектурных Новостей // Agency.Archi.Ru : интернет-изд. 2017. URL: http://agency.archi.ru/images_linked.html?rt=news&id=6168&img_id=24316 (дата обращения: 02.10.2018).
3. Здания на воде: от офиса до заправки // Realty.RBC.Ru : ежедн. интернет-изд. 2018. URL: <https://realty.rbc.ru/news/577d23d99a7947a78ce919a4> (дата обращения: 21.10.2018).
4. Giuseppe Strappa, City as organism. Rome : U+D edition Rome, 2016. 482 p.
5. Логвинов В. От «зеленого» строительства к природоинтегрированной архитектуре. Принцип сохранения места // Проект «Байкал». 2016. № 50. С. 5–15.
6. Santiago C. P., Dialogue Between Nature and Architecture. Barcelona : MArch, 2016-2017. 204 p.
7. Akshay Shetty, Biomimicry. The use of biomimicry principles to create urban closed loop systems. Pune : Arch, 2015. 115 p.
8. Есаулов Г. В. Третий пласт в архитектуре Юга России в XX веке. М. : Архитектура и строительство, 2009. 74 с.
9. Есаулов Г. В. Архитектура в природе. Природа в архитектуре. Парадигмы развития // Архитектура в природе. Природа в архитектуре. Кисловодск. 2009. № 1. 74 с.
10. Мунен Р., Хайрулина А., Хенсен Я. Биоадаптивная оболочка зданий // Здания высоких технологий. 2014. № 4. С. 34–85.
11. Минязова А. Б., Айдарова Г. Н. Архитектурная среда экопоселений как пример устойчивого развития : сб. ст. 9-ой Всероссийской научно-практической конференции Архитектурное наследие: традиции и инновации / СГТУ им. Гагарина Ю.А. Саратов, 2018. С. 106–116.

Karimova Luiza Irekovna

architect

E-mail: luiz-karimova@yandex.ru**Company S4S Architects**

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Petersburgskaya st., 52

Denisenko Elena Vladimirovna

candidate of architecture, associate professor

E-mail: e.v.denisenko@bk.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Principles of formation of architectural space on the water framework**Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to identify the principles of the formation of the architectural space on the water frame, because there is an urgent need to develop new clusters of human habitat during the period of the demographic boom and depletion of the land resource.

Results. The main results of the research consist in deriving the principles for the formation of architectural space in the water area, namely: the connection of the architecture with the water frame, resistance to cataclysms, replenishment of energy and resource costs, monitoring function, adaptation to the environment, highly adaptable, aqua morphological aspects.

Conclusions. The significance of the results obtained for the architecture is that these principles will allow formulating the canons of building a new typology of water architecture in the region of the Russian Federation.

Keywords: water architecture, construction on water, architecture in the aquatic environment, hydrocluster, water management in the construction system, shaping, aqua morphology.

References

1. Zmeul S. G., Makhanko B. A. Architectural typology of buildings and structures. M. : Stroyizdat, 1999. 238 p.
2. Agency of Architectural News // Agency.Archi.Ru : internet-ed. 2017. URL: http://agency.archi.ru/images_linked.html?rt=news&id=6168&img_id=24316 (reference date: 02.10.2018).
3. Buildings on the water: from the office to the gas station // Realty.RBC.Ru : daily internet ed. 2018. URL: <https://realty.rbc.ru/news/577d23d99a7947a78ce919a4> (reference date: 10.21.2018).
4. Giuseppe Strappa, City as organism. Rome : U + D edition Rome, 2016. 482 p.
5. Logvinov V. From «green» construction to nature-integrated architecture. The principle of conservation of space // Project «Baikal». 2016. № 50. P. 5–15.
6. Santiago C. P. Dialogue Between Nature and Architecture. Barcelona : MArch, 2016-2017. 204 p.
7. Akshay Shetty, Biomimicry. The use of biomimicry principles to create urban closed loop systems. Pune : Arch, 2015. 115 p.
8. Esaulov G. V. The third layer in the architecture of southern Russia in the XX century. M. : Architecture and Construction, 2009. 74 p.
9. Esaulov G. V. Architecture in nature. Nature in architecture. Development paradigms // Architecture in nature. Nature in architecture. Kislovodsk. 2009. № 1. 74 p.
10. Munen R., Khairulina A., Hensen J., Bioadaptive shell of buildings // High-tech buildings. 2014. № 4. P. 34–85.
11. Minyazova A. B., Aidarova G. N. Architectural environment of eco-settlements as an example of sustainable development : dig. of art. 9th All-Russian Scientific and Practical Conference Architectural Heritage: Traditions and Innovations. Yu. A. Gagarin. Saratov, 2018. P. 106–116.

УДК 72.07

Рябов Николай Федорович

старший преподаватель

E-mail: ryabov.kazan@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Кугуракова Влада Владимировна

старший преподаватель

E-mail: vlada.kugurakova@gmail.com

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Адрес организации: 420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлёвская, д. 18

Казань как город-генерик. Опыт чтения архитектурных текстов

Аннотация

Постановка задачи. Авторитетные суждения отечественных и зарубежных исследователей актуальных архитектурных процессов позволяют говорить об особой значимости архитектурных текстов. Задача данной работы – определить соответствие определениям города-генерика (термина, предложенного в работе Р. Колхаса «Город-генерик») значимых процессов, тенденций, объектов архитектуры Казани последних десятилетий.

Результаты. Сравнительный анализ текстов эссе архитектура-универсала Р. Колхаса и специального номера журнала «Проект Россия» (№ 81) выявляет многочисленные сходства в описаниях концептуального города-генерика и реального – современной Казани. Эти совпадения позволяют за образной аналогией «город-генерик» разглядеть симптомы «болезни роста» всякого динамично развивающегося исторического города. Среди них планомерное обновление, обретение городов-спутников, особая роль зеленых зон, высотное строительство, интенсивное развитие туризма, культивирование ложных образов городской памяти.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в актуализации архитектурных текстов; в осмысленном расширении границ архитектурного дискурса Казани. Осознание современной Казани как города-генерика позволяет взглянуть на происходящие архитектурные преобразования, как на значимые выражения изменения идентичности исторического места и его обитателей.

Ключевые слова: Казань, город-генерик, городская идентичность, архитектурный текст, карта чтения.

Введение

Интенсивный рост и переустройство больших российских городов, (столица Татарстана – Казань – один из них), влечет за собой расширение архитектурного дискурса с неизбежным вовлечением в обсуждение актуальной проблематики самых разных участников. Важную роль в этом процессе обретают архитектурные и около-архитектурные (погружение в пространство-время – важная составляющая и художественных описаний, затрагивающих жизнь человека в урбанизированной среде) тексты – своеобразные порталы перевода архитектурной проблематики из пространства морфологического в пространство более гибкое, многоголосое – психологическое.

Преобладание описаний феноменов прошлого в подобных текстах прагматически объяснимо (ориентация на культурное наследие – одна из реальных возможностей социально-экономического подъема без какого-либо вреда для экологической и социальной среды [1, с. 403]), однако малопродуктивно в концептуальном осмыслении большей части происходящих изменений, скорее наоборот. Именно изменения, неосознаваемые в полной мере, объясняют попытки «бегства» в прошлое, которое выступает (в сохранившихся памятниках подлинной старины, ее описательных текстах, старых фотографиях, графических реконструкциях) свидетелем обвинения против настоящего. Философ П. Кузнецов описывает этот феномен с буквально математической точностью: «Едва ли какой-то человек в состоянии выносить реальность – характер

убежища прямо пропорционален невозможности выносить окружающий мир» [2, с. 37]. В этом смысле казанское прошлое (как убежище) уникально.

И все же осознание города, как психологического пространства или надежного «убежища», функционирующего в режиме «здесь и сейчас», а не «здесь, но когда-то», требует поиска «свидетелей» защиты настоящего – проницательных аналитиков, способных как фиксировать происходящие изменения, так и всесторонне толковать их; данная работа – опыт их обретения в расширенных рамках чтения «городского текста» – казанского.

Обзор литературы, затрагивающей специфическую казанскую проблематику

Литератор М.П. Шишкин, помещая действие своего романа «Всех ожидает одна ночь» (1993) в Казань второй четверти XIX века, раскрывает характеры своих персонажей через осмысление самого места их проживания (его историю, пространственно-временные характеристики). Текст романа – пример как многомерного знания казанского места (детально выстроенные маршруты героев, конкретные адреса и ссылки на реальные исторические события), так и формирования убедительных образов нерядового города – Казани (с ее Кремлем, древностями и минаретами она есть татарская Москва и уж верно третий наш город после столиц [3, с. 114]) и его, казалось бы, рядовых жителей.

Один из персонажей романа, доктор Шрайбер, чьи слова и поступки – выражение модели «бегства», описанной нами, (ругал Казань непрерывно, но при этом усердно собирал сведения об ее истории [3, с. 129]), исходя из своих профессиональных интересов, дает нелюбимую оценку одной из городских проблем, определяемой самим расположением поселения: «А главное – вода. Под боком Волга, а этот народ довольствуется Кабаном, куда свозят нечистоты» [3, с. 114]. Проблема эта решается по сей день, Кабан – важный казанский маркер (в том числе и в пространстве памяти, имеющей свою специфическую протяженность). Отставной военный Ситников, отрицая модель «бегства», выражает еще одну проблему, решаемую каждым из жителей исторического города: «Я не понимаю, как древности могут быть важнее настоящего. Камни мертвы. Вам разве не мешает восторгаться памятниками прошлого то, что происходит вокруг них сейчас?» [3, с. 173]. Главный герой – чиновник Ларионов – выразитель хрестоматийного взгляда на Казань, чем особо и интересен («меня оглушил этот пестрый шумный город, смешавший в себе черты Европы и татарщины» [3, с. 110]). После многолетнего отсутствия, обусловленного сюжетом, он возвращается (очевидно, вскоре после казанского пожара 1842 года) в город, ставший для него когда-то родным, и не узнает его. Образное описание неузнаваемого странным образом схоже с реакцией многих на последние изменения Казани, что оправдывает попадание художественного текста в актуальный городской дискурс: «Казань опять целиком сгорела и теперь заново отстраивалась, широко, с размахом, в камне, по-европейски. Город трудно было узнать. Только побродив целый день по улицам, я снова ощутил себя в Казани, этом, все таком же пестром, шумном, разноязычном тарабарском городе, в небе над которым мешаются кресты и полумесяцы» [3, с. 270].

Каждый из упомянутых героев, в чем-то вымышленных, в чем-то имеющих реальных прототипов (так, в Шрайбере угадывается К. Фукс) мог бы стать участником современного обсуждения тех или иных городских проблем, сколь актуальных, столь и вневременных. Так, исследователи современных процессов И.С. Глебова, Я.С. Яснитская, Н.В. Маклакова, рассказывая о масштабном внедрении информационно-коммуникационных технологий в городских системах (управления, контроля, безопасности, оказания услуг), определяют Казань, как пример европейского города, развивающегося, в выражающей дух настоящего времени, концепции smart-city [4, с. 132]. Социологи Казанского федерального университета и Центра перспективных экономических исследований П.О. Ермолаева, Е.П. Демкина, рассматривая различные характеристики Казани в оценке его жителей, говорят об осознании города его сегодняшними жителями как о зонтичном бренде (город спорта, город для молодежи, культурный центр России) [5, с. 121]. Архитектор-исследователь Н. Киносьян, находя в изменениях культурного ландшафта города последних десятилетий отражение новой идентичности (идентичности постсоциалистического города, связанной с идеей национального строительства, новыми интерпретациями прошлого), в качестве показательного примера рассматривает «воскрешение» мечети Кул-Шариф в Казанском

Кремле [6, с. 897] – объекта, устанавливающего все тот же баланс «небесного смещения крестов и полумесяцев» – важной составляющей городской идентичности. Ее коллега, историк архитектуры Н. Халитов, равно как и краевед О. Балтусова, активно отражающие архитектурную проблематику города в своих текстах, достаточно негативно оценивают как сам актуальный архитектурный процесс (культура проектирования в Казани продолжает оставаться на уровне индивидуальных договоренностей с заказчиком и манипулирования общественным мнением [7, с. 43]), так и сопровождающий его дискурс (меня не устраивает уровень современной критики в Казани; в Интернете он хорошо виден; это говорит уже об уровне самих архитекторов, которые не способны воспринять чужие идеи, и «критикуют» на уровне «нравится – не нравится» [8, с. 39]). Оба автора едины в настороженном отношении к появлению сторонних участников городского архитектурного процесса – Н. Халитов: «В Казани историческая среда требует соблюдения масштабности, стилового соответствия, отсутствия диссонансных решений; к чести наших архитекторов, они это хорошо понимают, а гости вообще не видят, где старые здания, а где новодель» [8, с. 39]; О. Балтусова: «Когда на градостроительные проекты исторических территорий привлекаются модные архитекторы, это, кажется, называется профанация. И такому городу как Казань нужно было бы избегать ее в любых проявлениях; в случае привлечения модного архитектора понятно, что он должен сам для себя четко определить приоритеты, иметь свою творческую позицию и не спекулировать ею» [7, с. 42].

Очевидно, опасения специалистов не беспочвенны (памятен пример так и не реализованного проекта Национальной библиотеки голландца Эрика ван Эгерата), однако порой «свежий» взгляд стороннего наблюдателя, выводящий местные явления и процессы на уровень осознания локального как части глобального, не оценим. Подобное «стороннее» видение просто необходимо для исторического города, стремящегося выйти на новый уровень. Именно так позиционирует себя Казань последних десятилетий: «За короткое время Казань превратилась в город, претендующий на место среди мировых мегаполисов» [9, с. 70]. Очевидно, что термин «превращение», неоднократно используемый авторами специального номера журнала «Проект Россия» («Казань. Татарстан», № 3 (81), 2016), откуда и взято это утверждение, более уместен в тексте сказки, однако, как мы видим, применим и на страницах профессионального архитектурного издания.

Предлагаемые «карта чтения» и ключевые термины

Образное определение «превращение» – возможные инструменты отражения специфической проблематики в тексте о городе, позиционирующем себя как «бренд, абсолютно открытый миру» [9, с. 71]. Очевидно, что открытость эта подразумевает самые разные толкования и даже манеры письма и чтения, если дело касается архитектурных текстов о нем. Значимость таких текстов трудно переоценить, редактор серии «Слова архитектуры» Б. Стил утверждает: «Слова не просто имеют значение, но являются едва ли не высшей формой архитектурной материи» [10, с. 182]. Рассмотреть (и принять как «характер убежища») в Казани «сказку нового тысячелетия» в режиме перекрестного чтения с материалами профессионального издания позволяет эссе другого прославленного голландца, архитектора-универсала Р. Колхаса – «Город-генерик» (1995).

Возможность предлагаемого прочтения (совмещения двух текстов в один смысловой конструкт) утверждает творческая практика сербского писателя М. Павича, экспериментировавшего с формами своих текстов как с пространственно-временными конструктами (идеал для писателя – это книга как дом, в котором можно жить какое-то время [11, с. 104]). Разъясняя понятие «карта чтения», он утверждает: «Надо предоставить читателю самому прокладывать себе путь в романе, стихотворении или рассказе, содержание которых может меняться в зависимости от того какая карта чтения будет выбрана» [11, с. 91]. В используемой нами карте чтения вышеуказанные тексты уподобляются двум параллельным улицам; с каждой из них просматривается другая, возможность перехода с улицы на улицу обеспечивают знаки узнавания (совпадения) описываемых мотиваций, процессов, характерных черт их материально-пространственных воплощений.

Широкая география построек Колхаса, равно как и их самые разнообразные композиционные характеристики и типология определяют значительность его опыта, как практика, так и теоретика. Опыт последнего раскрывается в его текстах, насыщенных

многочисленными метафорами и «открытиями»; один из примеров тому – утверждение: «Архитектура – навязывание миру структур, о которых мир никогда не просил и которые до того существовали лишь в виде облака догадок и предположений в головах их создателей» [12, с. 246]. «Навязанные» им «микроструктуры» двум российским столицам (от эрмитажных пространств до «Гаража» и Третьяковской Галереи на Крымском Валу) демонстрирует интерес архитектора к российской архитектуре, ее образам, проблематике. Сам он признается: «В моей биографии случилась серия событий, в которых Россия сыграла важную роль в моем развитии. Можно сказать, что она во многом определила мое восприятие вещей. Мой отец был писателем. На книжных полках у нас дома были все, переведенные на голландский, книги русских писателей XIX века. С 11 до 15 лет я не занимался вообще ничем, кроме чтения, и прочитал всех русских классиков от начала до конца» [13, с. 3]. Подобная предопределенность в рамках нашего рассмотрения обретает особое значение. Блестящий демонстратор действия универсального художественного сознания, переводящего реальное пространство в ментальное, и наоборот, писатель А.Г. Битов в одном из своих произведений убедительно доказывает взаимосвязь пространства и текста: «Если мысль выражается словами, а между каждым словом, даже каждым звуком, проходит время, то какая же это мысль? Это длина, расстояние, измеренное словом. И до каждого слова свое расстояние» [14, с. 134]. Слово и дело (пространственная форма) в творчестве Колхаса предопределены изначально и одинаково важны.

Текст его «Города-генерика» – всестороннее рассмотрение аналогии «город – лекарственный препарат», указывающее на прямую связь городских преобразований и самосознания его жителей (базовой составляющей психологического пространства). Слово «генерик» используется автором как обозначение дешевой копии популярного лекарства-прототипа, которая начинает выпускаться, как правило, в странах третьего мира, когда истекает срок патента исходного образца. Возможность применения подобной аналогии в отношении к динамично развивающимся историческим городам он объясняет особенностями течения «болезни» такого роста (экспоненциальный рост населения подразумевает, что в какой-то момент прошлое станет слишком «маленьким», чтобы вместить в себя всех живущих [15, с. 18]).

Современные человеческие качества, по его мнению, требуют одновременного роста физической субстанции и изменений, связанных с ней истории, контекста. Обозначая, осознаваемые как ценность, городские историю и контекст идентичностью, он обнаруживает связь: «Чем сильнее идентичность (коллективно разделяемое прошлое), тем больше она сковывает, тем настойчивей сопротивляется расширению, интерпретации, обновлению, противоречию» [15, с. 19]. Стремление к изменению, развитию исторического города не может не повлечь за собой изменения идентичности, стирания границ и ценностных различий исторического центра и периферии (новых территорий). Оскудение привычной идентичности и ее вместилища – исторического центра – в наше время усиливает стремительное нарастание массы туристов, которые в своем безостановочном поиске впечатлений «перемальвают, как селевой поток, все успешные идентичности в бессмысленную пыль» [15, с. 18].

«Идентичность» (места и его обитателей) – понятие, осуществляющее повсеместный перевод всякого архитектурного явления из пространства физического в психологическое и наоборот, достаточно гибкое и многомерное. Так, австралийские исследователи Д. Стивенс и Р. Тивари, обобщая опыт работы в рамках концепции «живого наследия» в историческом индийском поселении Лахну (еще один взгляд извне на концептуализацию места с прошлым в «море» современных практик, где «наследие» переплетается с «идентичностью» и «территорией»), говорят о «ковке» современной идентичности как позитивном процессе, определяемом конкурирующими требованиями (стремлением к удержанию связей с прошлым и одновременно – к экономическому росту, обновлению) [16, с. 105]. Увязывая воедино практики сохранения наследия и формирования сильной коллективной идентичности, они рассматривают их в обязательной связи с тем же туризмом и другими областями общественного развития [16, с. 112]. Схожего представления о неизбежном реформировании идентичности городской среды как динамичном процессе «адекватного отражения возможностей и потребностей своего исторического времени» придерживается и казанский архитектор-

исследователь Г.Н. Айдарова. В ее суждениях о возможных методологических подходах к реконструкции исторического центра современной Казани он связан с вопросами поиска эффективных профессиональных приемов «трансляции в будущее регионально-национальных традиций» силами, как местных, так и приглашенных архитекторов [17, с. 96].

Колхас в своих суждениях о тех же «переплетениях» менее позитивен. Перечисляя привычные реновационные процессы, направленные на «оживление» города с прошлым (рутинная реконструкция жилья под офисы, бывших промышленных зданий под «лофты»; «раскрытие» и реставрация всякого рода посредственных исторических зданий), их итогом он видит полное исчезновение лица (аутентичности) города [15, с. 21]. «Облако догадок и предположений» возможной перемены участи складывается в планомерное, пункт за пунктом, описание града преобразенного – города-генерика.

Казань как город-генерик

Сходство описываемых процессов и черт города-генерика с реалиями казанских метаморфоз, явленных на страницах специального номера журнала «Проект Россия», обескураживающе явствует – он возможен как атопия, стремящаяся к пространственной адаптации в конкретное время в конкретном месте.

Освобождаясь от «смирительной рубашки идентичности» [15, с. 21], город-генерик являет себя:

- через пространственную экспансию и планомерное обновление (если он становится слишком старым, он самоуничтожается и выстраивается заново; если недостаточно вместительным – расширяется [15, с. 21]);

- через новую «цементирующую» составляющую, пришедшую на смену последовательно деградирующей общественной сфере, – сады и парки (растительность превращается в своего рода Райский Остаток, который выступает в качестве главного носителя новой идентичности [15, с. 28]);

- через высотное строительство (город-генерик находится на пути от горизонтали к вертикали [15, с. 29]);

- через выстраивание всевозможных сетей и связей (город-генерик искренне любит все эти архитектурные изобретения: платформы и террасы, мосты туннели, автотрассы [15, с. 32]);

- через обретение городов-спутников (город-генерик окружен созвездием так называемых Новых Городов [15, с. 32]);

- через появление городского района, в котором сохраняется какое-то минимальное прошлое (поспешавшая когда-то избавиться без всякого сожаления от огромной порции наследия, выглядевшего удивительно антисанитарным, даже опасным, машина разрушения останавливается; отдельные случайные лачуги реставрируются, приобретая блеск, которого они никогда прежде не имели [15, с. 36]);

- через интенсивное развитие индустрии туризма (число отелей для приема дополнительных туристов, которые строятся на освобожденных просторах вокруг отреставрированных лачуг, прямо пропорционально стиранию прошлого [15, с. 36]);

- через культивирование ложных образов городской памяти (вместо конкретных аутентичных воспоминаний город-генерик активизирует воспоминания о воспоминаниях, память-генерик [15, с. 37]);

- через выстраивание пограничных зон – «собственного побережья» (здесь город соприкасается с неким иным состоянием ландшафта [15, с. 38]);

- через стилевую бессистемность застройки (архитектура возникает посредством систематической опоры на беспринципность [15, с. 43]).

В итоге своего описания, архитектор заключает: «Город – это плоскость, наиболее эффективным образом заполненная людьми и процессами. А присутствие истории в большинстве случаев только снижает эту эффективность» [15, с. 47].

Трудно не усмотреть в актуальном архитектурном процессе Казани, направленном на «встраивание в мировой контекст» [9, с. 70], его результатах черт универсального города-генерика, описанного Колхасом. Он материализуется в появлении города-спутника в 45 минутах езды от центра Казани – смарт-сити Иннополиса (синтез политики и ландшафта [15, с. 28] – автор идеи создания в окрестностях Казани пункта квалифицированных IT-специалистов – действующий глава РТ); планомерной

реализации программы «превращения» Казани в город-сад (формы все того же синтеза – 2015 год был объявлен в Татарстане Годом парков и скверов; 2016 – Годом водоохранных зон) с активным привлечением к проектированию разнообразных зеленых пространств (новых и исторических скверов, набережных, парков, больничных дворов) студентов-архитекторов, местных, столичных и иностранных специалистов; обращении Кремлевской набережной в место неиссякаемого креатива и преобразенной городской идентичности (здесь туристы сбиваются в стаи вокруг импровизированных киосков, а орды «зазывал» стараются продать им «уникальные аспекты города» [15, с. 38]); возведении в исторической и прилегающей к ней частях высотных зданий; принятии постмодернистских дворцов-новоделов, возникших на местах утраченной исторической застройки, профессиональными экспертами (Б. Голдхоорн: «Есть настоящий китч, в лучших своих проявлениях он настолько яркий, что становится нетривиальным. Может быть, он отражает восточность и, таким образом, является знаком идентичности» [18, с. 62]; Н. Халитов: «Именно они и создают своеобразное лицо города, как в свое время «сумасшедшие» произведения Гауди, из-за которых сейчас большинство туристов едут в Барселону [8, с. 39]); встраивании преобразенных исторических зон в структуру туристического сервиса и многом другом.

Все это с фотографической точностью фиксирует восемьдесят первый номер журнала «Проект Россия», посвященный архитектуре Казани и Татарстана. Его пять разделов (Градо, Центр, Вода, Жилье, Иннополис) презентуют читателю главные направления текущих и грядущих преобразований. Издатель особо оговаривает причины выхода подобных номеров: «В истории журнала было всего три случая, когда отдельный номер был посвящен целиком одному городу: Нижнему Новгороду (1996), Санкт-Петербургу (2003) и Перми (2010). Города, в которых архитектура и градостроительство развиваются мощно, настоящая редкость в России» [18, с. 61].

Перекрестное чтение эссе Колхаса и текстов специального номера придает последним недостающую концептуальную емкость («Кто все эти архитекторы? Какая здесь архитектурная школа? Как вообще все это удалось сделать? – вопрошает издатель «Проекта России» – Чувствуется какая-то загадочность» [18, с. 63]).

Особый интерес в рамках нашего рассмотрения представляют материалы раздела «Вода» [19], дающие читателю обзор возможных и уже реализуемых проектов по выстраиванию в Казани и других городах республики тех самых «собственных побережий» с активным включением в них «носителей новой идентичности» – садов и парков. Центральное место в разделе занимает представление пяти проектов-победителей объявленного в 2015 году международного конкурса на концепцию развития озер Кабан. Само нахождение озер в городском пространстве определяет, как его уникальность (по данным консорциума «Меганом» и Off-the-grid, из 50 крупных европейских городов с водой лишь в девяти присутствуют именно замкнутые водные пространства [19, с. 109]), так и потенциал развития. Каждый из проектов-призеров – воплощенные в слова и убедительные зрительные образы формы возможного будущего, обретшего свой «Райский Остаток»: объединенные темой детского отдыха восемь станций на воде, которые могут быть реализованы независимо друг от друга (SVESMI, [juurlink\[+\]geluk](#) и другие – 5-е место в итоговом рейтинге); интерпретация архетипов русской и татарской культур, нашедших выражение в линейных очертаниях озерных берегов и создании символического здания национальной библиотеки (Archea Associati, Novikovs Archipractice – 4-е место); семь мостов-связей, обеспечивающих превращение Казани в город-праздник (АБ «Рождественка», Debarre Duplantiers – 3-е место); система озер, как полноценный городской парк, наподобие Центрального парка в Нью-Йорке (Меганом, Off-the-grid – 2-е место); вплетение в ландшафт трех «эластичных лент» – экологической, культурной и низкоскоростного транспорта (Turenscape, MAP architects – 1-е место). Главный архитектор Москвы С. Кузнецов – член жюри конкурса – в описании критерия оценки работ говорит о главенствовании критерия реализуемости идеи, наравне с наличием какой-то изюминки [19, с. 140]. Последних в каждом из упомянутых проектов, объединенных воедино темой утопии отдохновения (в познавательной игре, городском празднике, освоении туристического маршрута), предостаточно: парк «Чертов угол», комплекс малоэтажного жилья «Сад-Аркадия», детский остров «Шатер-гора», фонтан «Глаз дракона» и многое другое. Все они – симптоматичные отражения утверждения

памяти-генерика, набирающей силу.

Проект-победитель (деликатное предложение, подчеркивающее и раскрывающее красоту места без радикальных переделок [19, с. 142]), пройдя необходимые стадии, планомерно реализуется. В июне 2018 года жители города стали свидетелями окончания работ первого этапа – благоустройства набережных Нижнего Кабана.

Параллельно с этим идет работа по переосмыслению и реализации множества других подобных пространств и объектов «Райского Остатка», пример тому – Международный фестиваль «Эко-Берег», прошедший в Казани в октябре 2018 года. Программа фестиваля включала архитектурный конкурс «Активизация городских функций Казани в акватории Волжской излучины». Конкурсантам было предложено творчески осмыслить стратегически важный для города участок прибрежной территории от речного вокзала до Кировского моста. Тексты, сопровождавшие проектные разработки участников из России, Австралии, Англии, Китая, Сербии, Италии, Испании, представленные в ЦСК «Смена», вызвали не меньший интерес, чем графические визуализации.

Так создается интересный феномен: бесконечное отражение реалий и планов переустройства городских пространств делает чтение архитектурных и около-архитектурных текстов, преследующих самые разные цели (хроника, анонс-презентация, анализ, творческое осмысление), не менее увлекательным, чем бытийное проживание происходящих изменений. Он же актуализирует рассматриваемые нами тексты как программные, хранящие в изменяемом времени-пространстве своеобразные эталоны генерик-качества. Даже случайные совпадения постулатов эссе голландского архитектора и материалов специального номера журнала «Проект Россия» кажутся наполненными особым смыслом. Так, Колхас в качестве конкретного примера освобождения исторического города «от смирительной рубашки идентичности» приводит Барселону: «Иногда вполне конкретный старый город заходит настолько далеко в упрощенной своей идентичности, что превращается в город-генерик. Он становится прозрачным, как логотип. Обратный переход никогда не происходит» [15, с. 22]. «Проект Россия» в качестве подтверждения, заявленного издателем постулата: «есть количество, есть качество» [18, с. 62]), презентует жилой комплекс «Барселона» (ASOffice, ПМ «ВЕЛП», 2016), три башни которого (в 14, 18 и 23 этажа), доминируя над окружающей застройкой бывшей Суконной слободы, обозначают в казанском небе некую точку невозврата, логотип обращения города с прошлым в город-генерик.

Заключение

Сталкиваясь, тексты рожают новые смыслы, ассоциации, догадки. Всякое соответствие реалий архитектурных преобразований современной Казани постулатам текста архитектора-мыслителя дает возможность рассматривать изменения (прежде всего – смыслового поля) города в рамках исторически протяженного общемирового культурного диалога, что доказывает – стремление, изжив провинциальность, стать частью общемирового процесса, очевидно, увенчалось успехом. Только какой ценой и к тому ли результату стремились преобразователи тысячелетнего города (смена идентификационных кодов) – вопрос, требующий, пусть и неоднозначных, но ответов. Их получение требует включения в актуальный архитектурный дискурс города новых участников, качественных, проверенных временем концептуальных текстов.

Включение и «растворение» в казанском «городском тексте» эссе прославленного архитектора с обнаружением многих связей-отражений (аналоговых, ассоциативно-образных, буквальных) обогащает психологическое пространство города, определяя в его временном измерении вероятные отношения прошлого и настоящего, желаемого и действительного, подлинного и обманчиво убедительного. Относительная давность написания «Города-генерика» (как и любого другого текста) – не недостаток, а одно из выражений его многомерности и значимости – время в архитектурной практике и теории имеет свое специфическое измерение. Уже цитируемый нами Б. Стил, рассуждая о течении времени в мире, где живет архитектура, призывает к отказу от всякой поспешности суждений и обобщений в актуальном архитектурном дискурсе, «где промедление поставлено вне закона» [10, с. 180]. Очевидно, промедление как проверочное время (отказ от сиюминутной значимости) – качество, необходимое для

определения значимости всякого явления в архитектурном процессе – от текста до исторического градообразования. Соответствие Казани, претерпевшей в последние десятилетия качественные изменения, определениям города-генерика никак не умаляют значимости этих изменений, равно как и стремления его преобразователей вывести город на новый уровень. В нашем случае, описываемый Колхасом феномен можно рассматривать как своеобразный тест на соответствие, прохождение которого позволит по-новому осмыслить происходящие и планируемые архитектурные преобразования.

Многословие преследующих самые разные цели авторов, творящих «казанский текст» (наяву и на бумаге), равно как и крайняя субъективность каждого из описаний-концепций (третьей столицы, смарт-сити, города спорта, города для молодежи, культурного центра России, города-генерика) в рамках расширяющегося смыслового поля интенсивно развивающегося города – не слабость или ущербность настоящего момента, а безусловное благо. Образ города и должен формироваться из множества субъективных представлений, смысловых пересечений, столкновений мнений, а не соответствовать одному тщательно выверенному маршруту, пригодному лишь для удержания собой группы пришлых гостей, боящихся уклониться от утвержденного маршрута и не успеть в нужный час оказаться в точке отправления – здесь и сейчас (и только).

Список библиографических ссылок

1. Safiullin L. N., Gafurov I. R., Shaidullin R. N., Safiullin, N. Z. Socio-economic development of the region and its historical and cultural heritage // *Life Science Journal*. 2014. № 11 (6 Special Issue). P. 400–404.
2. Кузнецов П. Утопия: между Беловодьем и Апокалипсисом // *Сеанс*. 2014. № 59/60. С. 30–37.
3. Шишкин М. П. Всех ожидает одна ночь. Записки Ларионова. М. : ВАГРИУС, 2001. 300 с.
4. Glebova I. S., Yasnitskaya Ya. S., Maklakova N. V. Possibilities of «Smart City» Concept Implementing: Russia's Cities Practice // *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2014. № 12. Vol. 5. P. 129–133.
5. Yermolaeva P. O., Dyomkina E. P. Image of the post-soviet megalopolis in assessment of its inhabitants (case of Kazan, Russia) // *Academy of Marketing Studies Journal*. 2016. Special Issue. Vol. 20. P. 121–129.
6. Kinossian N. Post-Socialist Transition and Remaking the City: Political Construction of Heritage in Tatarstan // *Europe-Asia Studies*. 2012. № 5 (64). P. 879–901.
7. Балтусова О. Уроки Адмиралтейского // *Казань*. 2017. № 2. С. 40–43.
8. Шамсутов Р. Нияз Халитов. Человек-ледокол // *Казань*. 2015. № 12. С. 32–39.
9. Копылова Л. Под влиянием мегапроектов // *Проект Россия*. 2016. № 3 (81). С. 70–75.
10. Айзенман П., Колхас Р. Суперкритика. М. : Strelka Press, 2017. 218 с.
11. Павич М. Биография Белграда: эссе. СПб. : Амфора, 2009. 319 с.
12. Koolhaas R. *Delirious New York: A Retroactive Manifesto for Manhattan*. N-Y. : The Moma-celle Press, 1994. 318 p.
13. Великие архитекторы. Том 43 «Колхас». М. : Комсомольская правда: Директ-Медиа, 2016. 72 с.
14. Битов А. Г. Преподаватель симметрии: роман-эхо. М. : АСТ: Редакция Елены Шубиной, 2014. 429 с.
15. Колхас Р. Мусорное пространство. М. : ООО «Арт Гид», 2015. 84 с.
16. Stephens J., Tiwari R. Symbolic estates: community identity and empowerment through heritage // *International Journal of Heritage Studies*. 2015. № 1. Vol. 21. P. 99–114.
17. Айдарова Г. Н. Сохраняя наследие, обновлять исторический центр Казани // *Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук*. 2014. № 17. С. 95–100.
18. Голдхоорн Б. Казань. Татарстан // *Проект Россия*. 2016. № 3 (81). С. 61–63.
19. Вода // *Проект Россия*. 2016. № 3 (81). С. 108–178.

Ryabov Nikolay Fedorovich

senior lecturer

E-mail: ryabov.kazan@gmail.com**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Kugurakova Vlada Vladimirovna

senior lecturer

E-mail: vlada.kugurakova@gmail.com**Kazan (Volga region) Federal University**

The organization address: 420008, Russia, Kazan, Kremlyevskaya st., 18

Kazan as a generic city. Experience in reading architectural texts**Abstract**

Problem statement. Authoritative statements of domestic and foreign researchers of current processes in architecture as well as increasing influence of their articles allow us to conclude the particular significance of texts about architecture. The present work aims to define similarities and match the definitions of the concept of a generic city (as in Rem Koolhaas' «Generic City») with ongoing processes, trends, and significant marks and objects in architecture of Kazan in the beginning of the XXI century.

Results. The comparative analysis of essays by generic architect Rem Koolhaas and the special edition of «Project Russia» magazine (№ 81) revealed multiple coincidence between description and definitions of a concept city and a real one – modern Kazan. This coincidence helps to apply the figurative analogy of a «generic-city» to any historical city growing dynamically and discover symptoms of its «growing pains». Among them are systematic renovation, acquiring satellite cities, significance of green areas and green belt, high-rises, intensive development of tourism, cultivating of false images of a city memory.

Conclusions. The importance of the achieved results for architecture is in bringing back architectural texts to the front end of scientific interest; in comprehensive expansion of architectural discourse in Kazan. Realization of Kazan as a generic city allows to interpret current changes in its architecture as an important and urgent sign of a dramatic shift in identity of a historical place and its inhabitants.

Keywords: Kazan, generic city, urban identity, architectural text, map reading.

References

1. Safiullin L. N., Gafurov I. R., Shaidullin R. N., Safiullin N. Z. Socio-economic development of the region and its historical and cultural heritage // Life Science Journal. 2014. № 11 (6 Special Issue). P. 400–404.
2. Kuznetsov P. Utopia: between Belovodyem and the Apocalypse // Séance. 2014. № 59/60. P. 30–37.
3. Shishkin M. P. Everyone is waiting for one night. Larionov's notes. M. : VAGRIUS, 2001. 300 c.
4. Glebova I. S., Yasnitskaya Ya. S., Maklakova N. V. Possibilities of «Smart City» Concept Implementing: Russia's Cities Practice // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2014. № 12. Vol. 5. P. 129–133.
5. Yermolaeva P. O., Dyomkina E. P. Image of the post-soviet megalopolis in assessment of its inhabitants (case of Kazan, Russia) // Academy of Marketing Studies Journal. 2016. Special Issue. Vol. 20. P. 121–129.
6. Kinossian, N. Post-Socialist Transition and Remaking the City: Political Construction of Heritage in Tatarstan // (2012) Europe-Asia Studies. 2012. № 5 (64). P. 879–901.
7. Baltusova O. Lessons of Admiralteysky // Kazan. 2017. № 2. P. 40–43.
8. Shamsutov R. Niyaz Halitov. Icebreaker man // Kazan. 2015. № 12. P. 32–39.

9. Kopylova L. Under the influence of megaprojects // Project Russia. 2016. № 3 (81). P. 70–75.
10. Eisenman P., Koolhaas R. Supercritical. M. : Strelka Press, 2017. 218 p.
11. Pavich M. Biography of Belgrade: an essay. SPb. : Amfora, 2009. 319 p.
12. Koolhaas R. Delirious New York: A Retroactive Manifesto for Manhattan. N-Y. : The Momacelle Press, 1994. 318 p.
13. Great architects. Volume 43 «Koolhaas». M. : Komsomol'skaya pravda: Direkt-Media, 2016. 72 c.
14. Bitov A. G. Teacher of symmetry: a novel-echo. M. : AST: Redactsiya Eleny Shubinoy, 2014. 429 p.
15. Koolhaas R. Junkspace. M. : ООО «Art Gid», 2015. 84 p.
16. Stephens J., Tiwari R. Symbolic estates: community identity and empowerment through heritage // International Journal of Heritage Studies. 2015. № 1. Vol. 21. P. 99–114.
17. Aidarova G. N. Keeping the heritage, update the historical center of Kazan // Vestnik Volzhskogo regional'nogo otdeleniya Rossijskoj akademii arhitektury i stroitel'nyh nauk. 2014. № 17. P. 95–100.
18. Goldhoorn B. Kazan. Tatarstan // Project Russia. 2016. № 3 (81). P. 61–63.
19. Water // Project Russia. 2016. № 3 (81). P. 108–178.

УДК 72.01

Садыкова Аделина Ильдусовна

архитектор

E-mail: adelsi@mail.ru

ООО «МавиКазань»

Адрес организации: 420133, Россия, г. Казань, пр-т Ямашева д. 92а

Ахтямова Резеда Хакимовна

старший преподаватель

E-mail: rezeda.akhtiamova@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Ресурсосберегающие принципы модернизации в архитектуре серийного жилья

Аннотация

Постановка задачи Цель работы – отбор наиболее актуальных методов ресурсосбережения при модернизации серийного жилья, сбор и анализ опыта, принципов ресурсосбережения в жилых зданиях средней высотной этажности, их классификация.

Результаты Основные результаты исследования состоят в выявлении и классификации методов ресурсосбережения, приемлемых для проектов. Анализ их рентабельности. Сделан обзор и анализ зрительных рядов аналогов реализованных проектов.

Выводы Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в выявлении ресурсосберегающих принципов модернизации в архитектуре серийного жилья, которая включает в себя работу с психологическим состоянием жителей, повышает престижность жилья и улучшает образ города.

Ключевые слова: ресурсосберегающие принципы, реновация архитектуры, модернизация жилья, советская архитектура, жилье регионов России.

Введение

Архитектура советского периода устарела во всех смыслах, об этом говорит, как ее конструктивная, так и моральная составляющая. Планировки по проектам серийного домостроения были созданы для временного пребывания людей, в связи с массовым переселением из бараков. На сегодняшний день, данные проектные решения домов во многом не соответствуют эксплуатационным нормам, внутренние системы изнашиваются, а узлы теряют свою прочность. Помимо технических параметров, проекты серийного домостроения не соответствуют жизненному укладу людей и потому теряют всякую привлекательность для потенциальных покупателей. Для решения данной проблемы существует два способа решения – это снос устаревшей жилой застройки или же проведение модернизации [1].

В толковом словаре Ушакова термин «модернизировать» (от фр. *moderniser*) означает процесс придания чему-либо современного облика, переделывания чего-либо на новейший лад.

Безусловно, такой кардинальный метод как снос эффективен, но весьма дорогостоящ и неприемлем как массовое решение в регионах. Потому наиболее подходящим методом улучшения сложившейся ситуации становится модернизация. Данная проблема острая и требует поиска современных путей решения, одним из направлений которых может стать использование ресурсосберегающих принципов [2].

Ресурсосбережение в строительстве

По словам профессора, доктора архитектуры Айдаровой Галины Николаевны ресурсосбережение – это не набор инженерных решений, а альтернативная культурологическая парадигма (минимальное потребление природных ресурсов, изменение модели потребления, пересмотр духовных и физических факторов). Однако

именно посредством данных решений существует такое направление. В контексте модернизации жилья методы модернизации позволят:

- минимизировать воздействие на окружающую среду, сохраняя природные ресурсы, защищая экосистемы, улучшая качество воздуха и воды;
- сокращать капитальные и эксплуатационные затраты, рост стоимости недвижимости и повышение производительности труда;
- снижение энергопотребления затраты, экономия ресурсов;
- улучшать здоровье, благополучие, и качество жизни людей [3].

Методы ресурсосбережения описаны в книгах Сату Пайхо – «Энергоэффективный ремонт московских многоквартирных домов и жилых районов», в них автор поднимает вопрос о технических аспектах модернизации жилья, актуализируя вопрос санации объектов [4]. В книгах Аннет Оссо – «Техническое руководство по устойчивому строительству. Экологическое проектирование, строительство и эксплуатация зданий», Хирано Томоко – «Устойчивая книга проектирования зданий», а так же в справочнике по зеленому строительству от корпорации экономического развития Нью-Йорка. Ключевыми темами являются обзор реализованных проектов, внешних видоизменений, биоподходов [5].

Авторы книг описывают методы ресурсосбережения, основываясь на которых были выявлены два ключевых типа модернизации. Это внешняя и внутренняя модернизация. Безусловно, оба этих типа очень важны для формирования устойчивого и эстетически привлекательного объекта.

Внутренняя модернизация

Внутренняя модернизация подразумевает меры реновации жилого дома по техническому, строительному типу. Принципы обновления включают в себя максимизацию эффективности системы отопления, использования внутренних источников энергии в здании, энергоэффективности санитарного оборудования и оптимизацию теплоизоляционной способности конструкций внешней оболочки. Общие принципы энергообеспечения заключаются:

- в снижении спроса на энергию;
- в использовании возобновляемых источников энергии [1].

Требования и критерии для обновления энергоэффективности и возобновляемости на уровне здания были сформированы в табл. (на основе работы Сату Пайхо, «Энергоэффективный ремонт московских многоквартирных домов и жилых районов»).

Требованиями и критериями стали:

Использование безопасных и экологических материалов

Безопасные и экологически чистые местные материалы продлят эксплуатационный срок объекта и не навредят окружающей среде.

Кондиционирование воздуха с эффективным восстановлением тепла

Система вентиляции здания может быть улучшена либо путем обновления существующей системы, либо путем обновления всей системы. В случае вентиляции важно наличие существующих вентиляционных каналов или нет. Во многих старых зданиях имеется только естественная вентиляция, где потребляемый воздух удаляется из здания естественным образом, разностями давления и температуры. В этих случаях все тепло выходит наружу, что приводит к более высокому потреблению тепла. Положительная сторона состоит в том, что система не потребляет никакого электричества. Для улучшения такой системы необходима установка вентиляционных каналов. Путем установки подающих и вытяжных каналов и блока механической вентиляции с эффективной рекуперацией тепла улучшается комфортность внутреннего воздуха и снижается потребление тепла [6].

Высокая теплоизоляция и герметичность конструкции

Улучшение тепловых свойств и, таким образом, энергоэффективности ограждения здания, как правило, экономически эффективны, если в здании необходимы и другие ремонтные работы. Тогда улучшение тепловых свойств может составить лишь незначительную долю затрат, и спрос на тепло значительно уменьшится. Системы

теплового насоса, используя холодную среду, откачиваемую непосредственно с земли, получает эффективное охлаждение почти бесплатно [4].

Энергоэффективные окна и двери

Заменить окна на более эффективные, зачастую выгодно. Снос старых окон и установка новых формируют значительную долю затрат, а цена высококачественных окон максимум на 50 % (обычно около 20 %) дороже стандартной продукции.

Пассивные системы охлаждения, уменьшение потребности в охлаждении

Самым дешевым способом повышения энергоэффективности является снижение спроса на охлаждение. Размещая солнечные ограждения на окна, можно значительно уменьшить потребности в охлаждении

Так же существуют централизованные системы охлаждения, которые более энергоэффективны, чем квартирные, но требуют огромных инфраструктурных инвестиций и некоторых источников охлаждения, таких как морская вода.

Энергосберегающее электрооборудование

Снижение спроса на электроэнергию в зданиях может быть достигнуто путем замены старых бытовых приборов с теми, которые имеют более высокие оценки энергоэффективности и модернизация строительного оборудования, такого как насосы, лифты и т. д. Возобновляемые источники энергии, такие как энергия ветра или солнечная энергия, могут использоваться для производства электроэнергии в зданиях путем установки фотогальванических панелей или небольших ветровых турбин.

Использование ископаемого топлива может быть более экологическим, а финансовая экономия могут быть достигнуты за счет эффективного реагирования на спрос. Реакция спроса означает сокращение потребления электроэнергии в те периоды, когда потребление электроэнергии является самым дорогим. В нормальных условиях эти периоды совпадают с пиками энергетической системы, когда менее эффективные и наиболее загрязняющие электростанции совершаются или увеличивают их уровни производства. На уровне здания реакция спроса может облегчаться системами мониторинга и управления энергопотреблением, которые будут управлять гибкими нагрузками, такими как электрические котлы с резервуарами для хранения, тепловыми насосами и системами вентиляции (в допустимых пределах от теплового комфорта и качества воздуха в помещении.) [4].

Энергосберегающее освещение

Энергосберегающий потенциал внутреннего освещения зависит в основном от двух проблем: тип лампочек и контроль освещения. Прежде всего, тип лампочки имеет решающее значение. Например, лампы накаливания являются типичными лампами, используемыми для внутреннего освещения.

Если эти нитевидные лампы заменяются лампами, которые имеют лучшую энергоэффективность (например, со светодиодами или другими энергосберегающими лампами), потребление электроэнергии на освещение снижается более чем на 70 %. Как правило, эти виды ламп дороже, но рентабельность инвестиций в осветительные решения сокращает потребление электроэнергии и, следовательно, счета за электричество [4].

Электро-, теплосчетчики и водные счетчики в квартирах

Дают возможность жильцам самостоятельно контролировать расходы электричества и воды, а так же позволят экономить.

Водосберегающие приборы

Приборы для экономии воды – это водосберегающие насадки, это простой и недорогой способ экономии воды за счет уменьшения протока воды. Например, экономичная душевая лейка или аэратор для крана (насадка-распылитель), где экономия воды достигается благодаря принципу «турбоэффекта» – разделения струи воды на миллионы мелких капель.

Наличие служб технического обслуживания и безопасности зданий

Своевременный ремонт и профилактические меры значительно продлят эксплуатационный срок здания [7].

Некоторые требования, такие как кондиционирование воздуха с эффективным восстановлением тепла и универсальное многофункциональное использование

общественных пространств более затратные, нежели другие. Однако, качество всех факторов напрямую важно, ведь только при комплексной работе всех аспектов, модернизация здания будет ресурсосберегающей и энергоэффективной. Так, например, если в здании окна будут отремонтированы, но система отопления здания не будет перенастроена, температура в квартирах возрастет, и жители начнут открывать окна, чтобы снизить температуру, переплачивая при этом за отопление.

Таблица

**Требования и критерии для построения энергоэффективности и возобновляемости
(на основе работы Сату Пайхо,
«Энергоэффективный ремонт московских многоквартирных домов и жилых районов»)**

Критерии устойчивого развития модернизации здания	Уровень технической проблемы: +++ очень сложно; ++ возможно; + низкий уровень сложности	Оценка стоимости: (+ дешево; +++ дорого) * низкая стоимость улучшения, при условии проведения других работ по реконструкции	Специальные записки и вопросы, касающиеся критериев
Использование безопасных и экологических материалов	++	+	Зависит от того, насколько материал восстановим. Улучшение возможно
Кондиционирование воздуха эффективным восстановлением тепла	+(+)	++*	Механическая вентиляция может быть эффективным вариантом. Но российские СНиП его пока не рассматривают.
Высокая теплоизоляция герметичность конструкции	++	+*	Может быть подвержено улучшениям, а так же необходимо улучшение вентиляции во избежание плохого качества воздуха в помещении и риска проблем с влагой в конструкциях. Экономичный вариант при добавлении механической вентиляции (если фасад также отремонтирован). Возможно использовать элементы стеновых агрегатов, которые уже имеют канал подачи воздуха, а также хорошую изоляцию. Поверхность здания должна быть герметичной.
Энергоэффективные окна и двери	+	+*	Легко улучшить, но качество вентиляции должно быть высоким или проведена модернизация
Энергосберегающее электрооборудование	+	+*	Класс энергопотребления А или плановый
Пассивные системы охлаждения, уменьшение потребности в охлаждении	++	+*	Минимизация потребности в охлаждающей энергии, пассивное солнечное охлаждение. На практике: выбор окон с хорошей пропускной способностью солнечной энергии (Чем меньше G, тем лучше, пока это не влияет на проникновение видимого света через окно, рекомендуется 0,3-0,35). Также затенение жалюзи и шторами.

Продолжение таблицы

Энергосберегающее освещение	++	+	Энергосберегающие, светодиодные лампы, использование естественного света, управления освещением
Элекотеплосчетчики в квартирах	+	+	Индивидуальные счетчики в квартирах помогают жильцам обращать внимание на энергопотребление и поэтому снижают его.
Водные счетчики в квартирах	+	+	Индивидуальные счетчики в квартирах помогают жильцам обращать внимание на энергию Примечание: важно учитывать расходы на содержание счетчиков
Водосберегающие приборы	+	+	Особенно горячей воды (душ, ванна, мытье посуды)
Наличие служб технического обслуживания и безопасности зданий	+	+	Необходимо обеспечить надлежащий уровень обслуживания зданий. Чем лучше проект, тем ниже затраты на техническое обслуживание.
Универсальное многофункциональное использование общественных пространств	+	++	Высокая степень использования общественных пространств
Выбросы из строительных материалов и их парниковые газы (CO ₂)	+	+	Некоторые материалы могут быть трудно заменены. Отсутствие информации об используемых материалах и их данных о выбросах

Внешняя модернизация

Внешняя модернизация напрямую влияет на психоэмоциональное состояние жителя. Моральное устаревание, удручающие фасады, потерявший привлекательность внешний облик, негативно сказываются на людях. Исследователями отмечается проблема идентификации современного человека: не соотнося себя ни с одной из социальных групп, он одинок; несмотря на потребность в душевности и привязанности, он самоидентифицируется (мимикрирует), воплощая в реальность любой образ, придумывая себе имя, возраст, пол, образ, историю и т.д. [7]. Только комфортная и «человеколюбивая» среда способна изменить ощущение человека, оказать благоприятное влияние [8]. Потому так важно улучшить внешний облик объектов серийного домостроения. Основываясь на мировом опыте экологического домостроения, были выявлены методы внешней модернизации.

Реконструкция фасада

Необходимая мера, когда стены утрачивают свои несущие способности в связи с эрозией, последующей осадкой и возникновением трещин, а так же эстетическим причинам. При возникновении трещин обязательно производится усиление стен. Реконструкция фасада может быть как декоративной (отделочные работы) так и более радикальной (увеличение оконных проемов).

Наиболее популярный метод модернизации фасадов – отделка декоративными панелями, как, например, в проектах башни «Лаузицтауер» от студий NL architects и XVW architectuur в Германии (рис. 1).



а)

б)

Рис. 1. Примеры модернизации: а) Реконструкция фасада. Башня «Лаузицтаур», хойерсверда/NL architects и XVW architectuur, Германия¹;
б) Использование кровли с растительностью. Мемориальная Библиотека Мартина Лютера Кинга-младшего, США²

Использование кровли с растительностью

Зеленые крыши обслуживают несколько технических целей для здания, например, поглощают дождевую воду, обеспечивают изоляцию и помогают снизить температуру воздуха в городах и бороться с эффектом теплового острова. Зеленые крыши иногда используются для снижения потребности в энергии охлаждения (путем испарения дождевой воды). Кроме того она имеет высокую эстетическую ценность.

Зеленую кровлю используют как территорию для отдыха, так и в качестве придомового огорода (проект Вилла жинтай от бюро Rural Urban Framework в Китае).

Сбор дождевой воды

Сбор и использование осадков с крыши или другого водосборного бассейна – отличный способ воспользоваться преимуществами природных ресурсов участка, сократить осадки на площадке и необходимость использования устройств контроля стока, а также свести к минимуму потребность в коммунальной воде. Сбор дождевой воды уже давно используется в засушливых районах мира. В частности, в районах, где население рассеивается, сбор дождевой воды предлагает недорогую альтернативу централизованному водопроводу [5].

Использование материалов местного производства

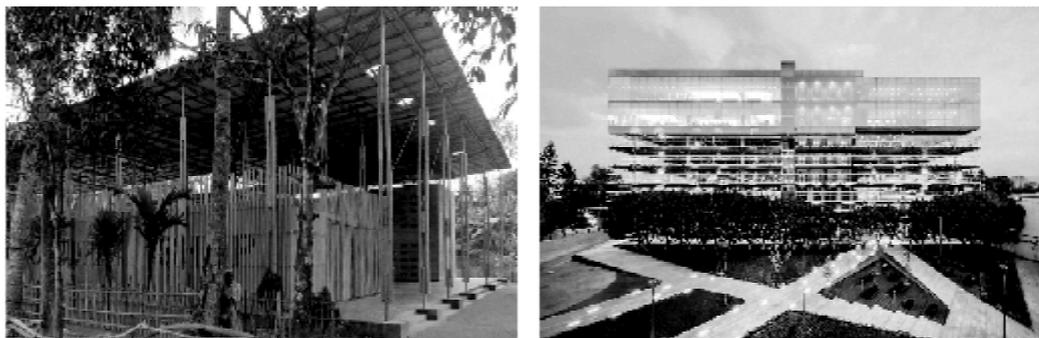
Небольшие расстояния по доставке, вдумчивое использование новых материалов, минимальное потребление, уменьшение отходов сократят затраты [9]. Наиболее яркое использование подобных методов отслеживается в Азии. Так, в Бангладеше и Китае распространено использование бамбукового дерева. Проект дома-коммуны «Пани Центр» от SchilderScholte architects (рис. 2).

Расширение площадей в здании путем надстраивания

Оптимальный метод, распространенный по всему миру, на основе которого увеличивается эксплуатируемая площадь объекта, значительная модернизация без перемены плана как жилого, так и общественного здания. (проекты жилого дома от бюро ACM Architektencontor Magdeburg AG, Германия, проект офисов Тлалпан, бюро BROISSIN, Мексика (рис. 2) [10].

¹NL Architekten //nlarchitects.nl официальный сайт: ежедн. интернет-изд. 2018. URL:<http://www.nlarchitects.nl/slideshow/306/> (дата обращения: 15.11.2018).

²Мемориальная библиотека Мартина Лютера Кинга – реконструкция//archi.ru: ежедн. интернет-изд. 2018. URL: <https://archi.ru/projects/world/8534/memorialnaya-biblioteka-martina-lyutera-kinga-rekonstrukciya> (дата обращения: 17.11.2018).



а)

б)

Рис. 2. Примеры модернизации: а) Использование материалов местного производства. Коммуна пани Центра/SchilderScholte architects, Бангладеш³;
б) Расширение площадей в здании путем надстраивания. Офисы Тлалпан/BROISSIN, Мексика⁴

Озеленение окружающего пространства, дворов

Улучшение качества воздуха во дворах, создание теней, ветрозащита дворового пространства (рис. 3) [3].



а)

б)

Рис. 3. Примеры модернизации: а) Проект BIGyard/Zanderroth Architekten, Германия⁵;
б) Террасирование, модернизация балконов. Жилые дома/idA, Швейцария⁶

Террасирование, модернизация балконов

Обновление балконов может также повысить удобство пользования квартирами. С помощью различных фасадных материалов может придать зданию современный облик [5]. Очень популярный прием, используемый по всей Европе. Модернизация балконов позволяет сформировать дополнительные пространства для отдыха (проект модернизации жилых домов от idA, Швейцария – рис. 3) [11].

³Schilderscholte официальный сайт // schilderscholte.com : ежедн. интернет-изд. 2018. URL: <http://www.schilderscholte.com/en/projects/> (дата обращения: 17.11.2018).

⁴Financial Headquarters Tlalpan, BROISSIN// archdaily.com: ежедн. интернет-изд. 2017. URL: <https://www.archdaily.com/869726/banorte-financial-group-broissin> (дата обращения: 17.11.2018).

⁵Urban BIG YARD: Co-Housing Development by Zanderroth Architekten// archipreneur.com: ежедн. интернет-изд. 2017. URL: <https://archipreneur.com/urban-bigyard-co-housing-development-zanderroth-architekten/> (дата обращения: 20.11.2018).

⁶Reconstruction of a Townhouse with new Steel Balconies / idA // archdaily.com: ежедн. интернет-изд. 2016. URL: <https://www.archdaily.com/793389/reconstruction-of-a-townhouse-with-new-steel-balconies-ida> (дата обращения: 21.11.2018).

На данный момент вопрос модернизации советских проектов серийного домостроения не изучен в полной мере. Существуют предложения по проведению санации жилья (комплексных мероприятий с учетом технических и экономических факторов для продления срока эксплуатации дома) или по сносу объектов и строительства новых жилищных комплексов. Однако все эти методы не учитывают комплексную работу с объектом. Санация жилья не рассматривает работу с эстетической стороны проблемы, а снос не рентабелен для провинциальных городов. По этой причине были рассмотрены методы работы, как с внутренними аспектами модернизации, так и с внешними.

Заключение

Внешняя и внутренняя модернизация включают в себя как инновационные методы санации жилья, так и работу с психологическим состоянием жителей, повышая престижность жилья и улучшая образ города.

Во внутреннюю модернизацию входят: использование безопасных и экологических материалов; кондиционирование воздуха с эффективным восстановлением тепла; высокая теплоизоляция и герметичность конструкции; энергоэффективные окна и двери; пассивные системы охлаждения, уменьшение потребности в охлаждении; энергосберегающее электрооборудование; энергосберегающее освещение; электо-, теплосчетчики и водные счетчики в квартирах; водосберегающие приборы; наличие служб технического обслуживания и безопасности зданий.

Тогда как во внешнюю модернизацию входят: реконструкция фасада; использование кровли с растительностью; сбор дождевой воды; использование материалов, местного производства; расширение площадей в здании путем надстраивания; озеленение окружающего пространства, дворов; террасирование, модернизация балконов.

Для достижения наилучшего результата, данные мероприятия необходимо проводить комплексно.

Список библиографических ссылок

1. Таякина В. О. Реконструкция зданий как вариант сохранения образа старого города : сб. ст. по материалам XVII студ. Междунар. заочной науч.-практ. конф. / МЦНО. М., 2014. С. 56–67.
2. Jennifer Donnelly. Myth, modernity and mass housing : The Development of Public Housing in Depression-Era Cleveland // TDSR Volume XXV. 2013. № 1 (10). 14 p.
3. Canada-Ontario Affordable Housing Initiative : Social Housing Renovation and Retrofit Program (SHRRP), Ontario, 2013. 39 p.
4. Satu Paiho. Energy-efficient renovation of Moscow apartment buildings and residential districts. Espoo : VTT Technology, 2013. 115 p.
5. Annette Osso, Building technical manual, Green Building Design, Construction, and Operations. USA : Public Technology, Inc., 1996. 292 p.
6. New York City Economic Development Corporation, The Green Building Handbook. NY: New York City Economic Development Corporation, 2007. 47 p.
7. Шуплецова Е. Ж., Сокровенное в жилом пространстве современной российской культуры. Екатеринбург : Издательство Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2012. 85 с.
8. Денисенко Е. В. Биологические критерии и биоподходы в архитектуре XXI века // Вестник ВолГАСУ. 2013. № 33 (52). С. 173–178.
9. Shoko Hashida, Hirano Tomoko. Sustainable building design book. Tokyo : The SB05Tokyo Student Session Organising Committee, 2015. 100 p.
10. Каширина В. Модернизация панельных зданий. Опыт Германии : Издательский дом «Балтикум». 2009. № 3. С. 33.
11. Кабанова М. С. Энергосбережение и энергоэффективность – новая реальность. Новосибирск : Центр развития научного сотрудничества, 2017. С. 28.

Sadykova Adelina Ildusovna

architect

E-mail: adelsi@mail.ru**LLC «MaviKazan»**

The organization address: 420133, Russia, Kazan, Yamashev st., 92a

Akhtyamova Rezeda Khakimovna

senior lecturer

E-mail: rezeda.akhtyamova@gmail.com**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Resource-saving principles of modernization in the architecture of mass housing**Abstract**

Problem statement. The purpose of the work is the selection of the most relevant methods of resource saving for serial housing, collecting and analyzing the experience of the principles of resource saving in residential buildings of different heights, their classification.

Results. The main results of the research are to identify and classify resource saving methods that are acceptable for projects. Analysis of their profitability. A review and analysis of the visual series of analogues of implemented projects.

Conclusions. The significance of the results obtained for the architecture consists in identifying the resource-saving principles of modernization in the architecture of mass housing, which includes working with the emotional posture of residents, increases the prestige of housing and improves the view of the city.

Keywords: resource-saving principles, renovation of the architecture, housing modernization, Soviet architecture, housing in Russians regions.

References

1. Tayakina V. O. Reconstruction of buildings as an option to preserve the image of the old city : dig. of art. Based on materials XVII stud. International correspondence the scien.-practical. conf. / MTSNO. M., 2014. P. 56–67.
2. Jennifer Donnelly. Cleveland: Myth, Clevesland and TDSR Volume XXV. 2013. № 1 (10). 14 p.
3. Canada-Ontario Affordable Housing Initiative: Social Housing Renovation and Retrofit Program (SHRRP), Ontario, 2013. 39 p.
4. Satu Paiho. Energy-efficient renovation of Moscow apartment buildings and residential districts. Espoo: VTT Technology, 2013. 115 p.
5. Annette Osso, Building technical manual, Green Building Design, Construction, and Operations. USA: Public Technology, Inc., 1996. 292 p.
6. New York City Economic Development Corporation, The Green Building Handbook. NY. : New York City Economic Development Corporation, 2007. 47 p.
7. Shupletsova E. Zh., Intimate in the living space of modern Russian culture. Ekaterinburg : Publisher Rus. state Prof.-ped. University, 2012. 85 p.
8. Denisenko E. V. Biological criteria and biological approaches in the architecture of the 21st century // Vestnik VolGASU. 2013. № 33 (52). P. 173–178.
9. Shoko Hashida, Hirano Tomoko. Sustainable building design book. Tokyo: The SB05Tokyo Student Session Organizing Committee, 2015. 100 p.
10. Kashirina V. Modernization of panel buildings. Experience of Germany : Publishing House «Baltikum». 2009. № 3. P. 33.
11. Kabanova M. S. Energy saving and energy efficiency – a new reality. Novosibirsk : Center for the Development of Scientific Cooperation, 2017. P. 28.



УДК 711.4

Кадыров Тимур Эрнестович

заместитель главного архитектора

E-mail: timur.kadyrov@tatar.ru

**Управление архитектуры и градостроительства Исполнительного комитета
г. Казани**

Адрес организации: 420012, Россия, г. Казань, ул. Груздева, д. 5

Проблемы формирования общественных пространств в структуре городских агломераций (на примере Казанской агломерации)

Аннотация

Постановка задачи. В статье рассмотрены проблемы (особенности, условия, факторы) формирования общественных пространств в структуре городских агломераций на современном этапе. Автором поставлена задача: на основе учета особенностей развития территории выявить факторы и условия функционирования общественных пространств в структуре городской агломерации. На основе анализа литературы и нормативно-правовых актов, натурного исследования показаны современные тенденции и роль общественных пространств в развитии городской агломерации.

Результаты. В ходе исследования автором представлены исторические предпосылки, проблемы функционирования общественных пространств. Освещены меры по формированию общественных пространств в городской агломерации. Представлены причины возникновения общественных пространств. Рассмотрены современные тенденции развития общественных пространств на примере Казанской агломерации, выявлены, как их положительные стороны, так и недостатки. Даны предложения по развитию общественных пространств с целью освоения территории Казанской агломерации.

Выводы. Значимость полученных результатов исследования для архитектуры заключаются в выработке предложений, направленных на планомерное освоение территории Казанской агломерации в контексте рассматриваемой проблемы. К выделенным условиям развития общественных пространств относятся: снятие управленческих барьеров, совершенствование инструментария территориального планирования, синхронное проведение преобразований, создание новых профессиональных компетенций, повышение статуса некоторых населенных пунктов.

Ключевые слова: общественные пространства, мегаполисы, агломерация, урбанизированный ареал, градостроительная деятельность, совершенствование, пространственная организация территории, маятниковая (рабочая) миграция.

Введение

В современный период в силу объективных экономических тенденций активно развиваются крупные города, притягивая людские ресурсы в большей мере за счет жителей региона. В таких городах происходит концентрация ресурсов – материальных, культурных, финансовых и др. Мегаполисы становятся катализаторами развития близлежащих малых городов, пригородов, сельских поселений, формируемых в агломерацию. Тяготение населения к крупным городам приводит к росту численности населения не только в мегаполисах, но и в близлежащих территориях. Наблюдается центростремительный процесс усиления взаимосвязей пригородов, периферийных зон, городов-спутников, сельских и городских поселений с центральными городами агломераций [1, 154 с.].

Конечно, агломерационные процессы имеют под собой исторические предпосылки: в Древней Греции складывались города-полисы, в новое время признаки агломерации были характерны для Парижа и Лондона. В России к концу XVIII за каждым губернским и уездным городом были закреплены достаточно большие территории для экономического освоения. Города, выполнявшие административные функции, были отдалены на значительные расстояния друг от друга. К XIX в. появились условия для возникновения городских агломераций. Санкт-Петербургская агломерация с самого

начала уникально развивалась, как многоядерная. Уникальность состояла в том, что город-ядро и города-спутники создавались и развивались одновременно: Петергоф, Гатчина, Царское село, Кронштадт, Сестрорецк, Колпино – выполняли различные функции. В начале XX в. Э. Говард сформулировал концепцию городов-спутников, которая отвечала объективным тенденциям развития агломераций.

Процесс формирования городских агломераций в советский период соответствовал развитию территориально-производственных комплексов, что способствовало созданию полицентричности [2, 89 с.].

В современный период лишь шесть городов-миллиоников: Москва (Центр), Санкт-Петербург (Северо-Запад), Самара-Тольятти, Нижний Новгород (Поволжье), Екатеринбург (Урал), и Новосибирск (Сибирь) являются сложными по структуре агломерациями. На сегодня в РФ сформировалось более 30 агломераций, в которых сосредоточено примерно 35-40 % населения и более 40 % научно-профессионального потенциала страны. Из основных агломераций следует назвать Московскую, Самарскую (Тольятти), Сочинскую. В Московской агломерации проживают примерно 30-35 млн. человек [3, 97 с.].

Спецификой формирования агломераций в настоящий период является поглощение мегаполисами сельских территорий, на которых создается производство и промышленная переработка сельскохозяйственной продукции, (например, в РТ – совхоз «Майский»), а также организуются объединения садоводства, огородничества и дачного строительства. На территориях агломераций сосредоточивается мощный потенциал, усиливающийся производственными, технологическими, трудовыми и культурными взаимосвязями, развивающейся дорожной и логистической инфраструктурой. Так как для агломераций характерен высокий уровень диверсификации производства и отраслей экономики, то это является основой социально-экономической устойчивости в сложных рыночных условиях [4, 78 с.].

В тоже время, в связи с интенсивным развитием новых отраслей промышленности, трудовой миграцией, возникли экономические, территориальные предпосылки для углубленного развития агломераций. Фактором дальнейшего развития агломераций является концентрация ресурсов инновационного движения, это, прежде всего, население, модернизационные ресурсы, производственные технологии, отвечающие вызовам времени и выступающие гарантией поступательного развития социально-экономической системы. Поэтому развитие агломераций представляет собой регулирование использования территорий посредством различных мер, в том числе и формированием общественных пространств, направленных на повышение самопроявления людей [5, 128 с.].

Различные аспекты формирования общественных пространств в системе городской агломерации рассмотрены в работах А.Э. Гутнова. Наполняемость общественных пространств как критерия городской среды во взаимосвязи с агломерациями исследованы В.А. Глазычевым. Проблемы границ пространств и территорий изучены в работах К. Линча. Проблемы территориального и пространственного планирования, развития агломераций рассмотрены в работах А.А. Дембич [6].

В данной статье понятие агломерации мы рассматриваем как территориальное образование с компактно расположенными поселениями, тяготеющими к мегаполису (ядру) и объединенными не только территориально, но и во взаимосвязи с культурными, хозяйственными, транспортными межселенными контактами и интенсивным внутренним движением трудовой миграции. В связи с тем, что агломерации являются непрерывно урбанизирующей территорией, то определение границ носит условный характер.

Под общественными пространствами мы понимаем часть городской среды, целенаправленно формируемой в интересах горожан и гостей города для свободного самовыражения, коммуникации, отдыха и проявления способностей во благо общества [7].

Общественные пространства как фактор развития агломераций

Среди основных мер развития агломераций выделяется градостроительная деятельность, которая направлена на совершенствование пространственной организации территории. Для успешного и поступательного развития агломераций требуются умения

пространственного планирования в части сочетаний и соподчиненности стратегического, бюджетного, градостроительного и территориального планирования. Поэтому важное место в развитии агломераций должно занять формирование общественных пространств, в связи с тем, что они интенсифицируют использование территорий как среды жизнедеятельности человека, тем самым определяя качество жизни человека. Поэтому проблема формирования общественных пространств в агломерационном развитии территорий актуализируется, так как общественные пространства способствуют равновесию в использовании территории, регуляции миграционных потоков, стабилизации численности населения.

Следует отметить, что маятниковая миграция – массовые и постоянные поездки населения из одного населенного пункта в другой с целью работы, учебы или отдыха является одним из основных факторов востребованности общественных пространств в структуре агломерации. Такая миграция показывает, что размещение производства и расселение людей – дисбалансирует, значит, пространственное планирование территории не сбалансировано. Трудовая миграция в рамках городской агломерации усиливает востребованность достаточности уровня дорожно-транспортной инфраструктуры, которая позволяет людям перемещаться, способствует мобильности населения и оказывает большое влияние на жизненный уклад. Зачастую границы агломерации определяются именно маятниковой (рабочей) миграцией населения. Формирование общественных пространств решит проблему отдыха, улучшения экологической обстановки и транспорта, так как вызовет новые точки притяжения людей в структуре агломерации, а также будет выполнять регулирующие функции в организации дорожной инфраструктуры.

С принятием «Прогноза долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года», усиливается процесс дальнейшего развития и создания новых агломераций. Это предполагает, что основным направлением пространственного развития территорий станет интенсификация человеческого капитала, совершенствование и развитие инфраструктуры и ресурсов в больших городах. В связи с чем планируется создание на территории страны 20 агломераций с концентрацией населения более 1 млн. человек в каждой. Данные агломерации должны быть способны реализовывать специализированные международные функции в глобальной экономике, стать катализаторами социально-экономического роста и формирования новых инновационных промышленных кластеров [8].

Общественные пространства в Казанской агломерации

В «Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан-2030» на территории республики предусмотрено формирование трёх агломераций: Казанской, Камской и Альметьевской. Основу Стратегии составляют три приоритетных направления: развитие человеческого капитала на данных территориях, инфраструктуры, отвечающей вызовам времени, формирование комфортной городской среды и поступательное развитие социально-экономической сферы поселений [9].

Казанская агломерация одноядерная, несмотря на то, что наряду с Казанью (1 млн. 250 тыс. чел.) включает Зеленодольск (100 тыс. чел.). В Казанскую агломерацию вовлечены населенные пункты 6 районов республики: Атнинского, Зеленодольского, Высокогорского, Пестречинского, Лаишевского и Верхнеуслонского муниципальных районов, находящиеся примерно в одночасовой транспортной доступности от Казани. Территория Казанской агломерации неоднородна и разделена рекой Волгой. Преимущества Казани как крупного экономического, научного, образовательного центра усиливаются радиальной дорожно-транспортной сетью. Поселения (городские и сельские), расположенные в округе центра агломерации по своей структуре полифункциональны, что создает предпосылки для формирования единого пространства с точки зрения функциональности, ментальности и культуры. Несбалансированность территорий и неравномерное расселение вызывает диспропорции давления на территорию и требует переноса некоторых функций (потребление, отдых, производство и т.п.) из центра агломерации на периферию, в поселения, с последующим их рассредоточением. В результате пригороды получают возможность планомерного развития и финансовую стабильность в рамках единого

пространственного развития. Агломерация таким образом становится важным звеном в пространственной структуре территории республики. Несмотря на то, что территория Казанской агломерации загружена неравномерно, имеются резервы для оптимизации их использования. Например, проект «Свияжский межрегиональный мультимодальный логистический центр» (СММЛЦ), предполагает сконцентрировать грузопотоки в Поволжье, что ускорит перенос их из Казани на территорию СММЛЦ. Все это будет способствовать созданию условий для развития общественных пространств, т.к. появятся свободные городские территории. Положительным фактором будет организация на побережье Волги туристских и рекреационных объектов.

В настоящее время сдерживающими факторами развития общественных пространств в казанской агломерации являются: неравномерность и диспропорции пространственного развития территорий, перегруженность центрального ядра, недостаточное экономическое развитие пригородных территорий и муниципальных районов. Сейчас дорожно-транспортная сеть, связывающая Казань с близлежащими территориями агломерации, не соответствует современным реалиям и увеличивающимся транспортным нагрузкам. Наличие только одного автодорожного моста через реку Волгу сдерживает рекреационное и промышленное освоение правого берега Волги. Это проявляется в слабой наполняемости горнолыжной базы в Верхнеуслонском районе, замедленном экономическом развитии, затрудняет связь (культурную, трудовую и т.п.) нового города Иннополиса с центром агломерации.

Стихийное развитие пригородных территорий Казани, экономическая слабость, недостаточное благоустройство вызывает отток населения. Покидает территорию население, которое предъявляет требования к комфортности городской среды, размещению общественных пространств и соответствующей архитектурной среды на современном уровне.

Меры по развитию общественных пространств Казанской агломерации

Для развития общественных пространств в Казанской агломерации требуется безотлагательно провести ряд социально-экономических и градостроительных мер:

- создание структуроформирующего дорожно-транспортного каркаса агломерации, который включал бы строительство нового автодорожного кольца и второго моста, железнодорожного обхода города, что ускорит организацию зон отдыха и новых точек роста в Верхнеуслонском районе. Строительство дороги-дублера Горьковского шоссе. Следует рассматривать Горьковское шоссе как городскую улицу, для чего необходима организация въезда и выезда с дороги. Это усилит не только мобильность населения, но и частично снимет диспропорции промышленного развития;

- усиление экономической деятельности в пригородных территориях. Возможно реформирование Васильево как курортного поселка или города, в котором сформирована система общественных пространств. Это позволит создать дополнительную опору в агломерационном развитии;

- редевелопмент устаревших промышленных территорий освободит место для жилищного строительства и создания общественных пространств;

- обустройство берегов Волги, что позволит улучшить экологическую обстановку и сформировать природно-рекреационный ландшафт;

- обновление близлежащих к Казани поселений, их благоустройство позволит остановить отток населения.

Проведение расселения населения позволит планомерно осваивать территории и равномерно распределять промышленное давление на природно-ландшафтную структуру. Для этого необходимо:

- В пригородных городских поселениях проведение модернизационных мероприятий, благоустройство, строительство современного жилья с целью роста населения в Зеленодольске и Васильево;

- обновление бывших городских промышленно-коммунальных площадок под жилищное строительство и проектирование общественных пространств (Приволжский и Кировский районы Казани);

- создание рекреационных территорий вдоль Волги (Адмиралтейская слобода – Юдино – поселки Октябрьский и Васильево);
- развитие дорожно-транспортной инфраструктуры в ближайшей зоне Казани с учетом тенденции развития акватории Волги;
- принятие программы развития поселков городского типа с целью рационального использования территориального пространства и регулирования роста населения.

Казанская агломерация обладает большим рекреационным потенциалом. В пригороде Казани функционирует торговый молл «Новая Тура». Только в поселке Васильево существуют музей художника К.Васильева, два санатория и база баскетбольного клуба «Уникс». Но культурно-оздоровительный потенциал данного поселения почти не используется, даже в самом поселке отсутствуют общественные пространства и люди вынуждены с целью отдыха проводить время в Зеленодольске или Казани. В Зеленодольском районе расположен музей-заповедник «Остров-град Свияжск», а также православный монастырь «Раифа». Горожан и гостей города привлекает инновационный город «Иннополис», но транспортная доступность для горожан затруднена.

Обновление промышленно-коммунальных территорий необходимо для проектирования общественных пространств. Некоторые территории обладают высокой степенью градостроительной ценности, поэтому необходима их инвентаризация, взаимодействие с собственниками, мониторинг градостроительных активов, проведение конкурсов на разработку концепций развития общественных пространств в контексте сложившейся городской среды.

Особенностями формирования общественных пространств в структуре агломераций являются:

- наличие больших расстояний и необходимость создания развитой дорожно-транспортной инфраструктуры;
- дефицит профессиональных компетенций, так как часть населения агломераций сельское;
- неравномерность развития территорий, которая может иметь несколько уровней. Например, в Казанской агломерации Атнинский и Пестречинский районы будут медленнее модернизироваться, в отличие от Зеленодольского района, так как находятся на периферии агломерации.

Обустройство прибрежных территорий Волги, формирование общественных пространств (парки, скверы, пляжи и т.п.) с обеспечением максимальной доступности для жителей будет способствовать сохранению экологического равновесия. Создание природно-ландшафтного каркаса центра агломерации позволит повысить качественные характеристики территории, их привлекательность не только для постоянного населения, но и для гостей города. Зеленый экологический каркас позволяет нивелировать отрицательные стороны растущей экологической нагрузки на территории. Включение прибрежных природных ландшафтов в систему общественных пространств увеличивает возможности для коммуникации людей и их отдыха.

Программа Республики Татарстан «Развитие транспортной системы Республики Татарстан на 2014-2022 годы» предусматривает всемерное продвижение общественного транспорта (в том числе метро и легкорельсовый транспорт) и соответствующей инфраструктуры с целью формирования устойчивого структурообразующего транспортного каркаса агломерации [10].

Формирование и развитие агломераций способствует повышению конкурентоспособности экономики и обеспечению стабильного притока ресурсов развития. В тоже время усиливается проблема регулирования трудовой миграции внутри агломерации из малых и средних поселений в центр агломерации. Создание общественных пространств будет способствовать частичному регулированию миграционных потоков.

Выводу агломерации на международный уровень как экономически развитого региона способствуют не только производственно-технологические достижения, но и культурные взаимосвязи и проекты. Общественные пространства в структуре агломерации позволяют осуществлять контроль развития города-ядра и предотвращать избыточное давление на территорию. Включенные в агломерационное развитие

муниципальные образования увеличивают степень участия в культурных мегапроектах и доступа к финансовым ресурсам, что возможно сделать только совместно [11, 137 с.].

Анализ тенденций урбанизации показывает, что концентрация населения побуждает к профессиональному развитию и приобретению новых компетенций. Высокая плотность населения формирует точки профессионального роста (примерно 350 чел. на метр квадратный). Поэтому необходимо рассредоточение учебных заведений по территории агломерации, прежде всего среднего профессионального образования. Малозаселенные пространства не способны к продуктивным импульсам, не могут являться надежным рынком сбыта товаров и услуг. Развитая рыночная экономика успешно функционирует на территориях с высокой плотностью населения и высоким уровнем урбанизации. Поэтому агломерации, по сути – точки роста людских ресурсов [12, р. 375].

Практика создания агломераций в России значительно опережает теорию, поэтому формирование общественных пространств в структуре агломераций требует не только анализа и обобщения существующей социальной практики, но и является вызовом для совершенствования государственного управления и проявляется на уровне административно-территориального деления, осуществления административно-управленческой деятельности.

Если говорить о видении на государственном уровне конкретных мест локализации перспективных общественных пространств в агломерационных процессах то, прежде всего, нужно говорить о приоритетах, зафиксированных в стратегиях социально-экономического развития субъектов РФ.

Заключение

В России пространственные факторы играют значительную роль в развитии страны по сравнению с другими государствами. Поэтому мегаполисы – центры агломераций становятся важным фактором регулирования расселения, обеспечения устойчивости народонаселения и формирования стабильных экономических взаимосвязей гармоничного территориального развития.

Формирование общественных пространств в структуре агломераций способствует созданию инфраструктуры и комфортных условий для жизни людей. Необходимы единые подходы в развитии общественных пространств в структуре агломераций, стимулирование межмуниципального взаимодействия, совершенствование нормативно-правового, бюджетного, градостроительного процесса. На повышение эффективности пространственного управления должны быть направлены и инструменты государственной градостроительной политики. Развитие общественных пространств в структуре агломераций – это сбалансированное освоение территорий и формирование дополнительных точек притяжения.

К практическим шагам, которые необходимо предпринять в ближайшее время, можно отнести совершенствование инструментария территориального планирования в части снятия существующих барьеров для проектирования общественных пространств в структуре агломераций. Необходимы проведение мероприятий по рассредоточению и созданию новых производств, а также создания условий по рассредоточению учебных заведений, повышения статуса некоторых населенных пунктов. Общественные пространства в условиях агломерации способствуют непрерывному развитию территорий, усиливают инвестиционную привлекательность, обеспечивают единый транспортно-инженерный менеджмент и природно-экологическое равновесие города.

В России пространственные факторы играют значительную роль в развитии страны по сравнению с другими государствами. Поэтому мегаполисы-центры агломераций становятся важным фактором регулирования расселения, обеспечения устойчивости народонаселения и создания стабильных экономических взаимосвязей гармоничного территориального развития, создания инфраструктуры комфортных условий для жизни людей. Увеличение числа таких ареалов, становится важнейшим направлением государственной политики России.

Необходимы единые подходы в развитии общественных пространств в структуре агломераций, стимулирование межмуниципального взаимодействия, совершенствование нормативно-правового, бюджетного, градостроительного процесса. На повышение

эффективности пространственного управления должны быть направлены и инструменты государственной градостроительной политики. Развитие общественных пространств в структуре агломераций – это сбалансированное освоение территорий и формирование дополнительных точек притяжения.

К практическим шагам, которые необходимо предпринять в ближайшее время, можно отнести совершенствование инструментария территориального планирования в части снятия существующих барьеров для проектирования общественных пространств в структуре агломераций. Общественные пространства в условиях агломерации способствуют непрерывному развитию территорий, усиливают инвестиционную привлекательность, обеспечивают единый транспортно-инженерный менеджмент и природно-экологическое равновесие города.

Список библиографических ссылок

1. Амин Э., Трифт Н. Города: переосмысляя городское. Нижний Новгород : Красная ласточка, 2017. 224 с.
2. Ребайн Т. Я. Концепция пространственного развития города Самары. Самара : САГМУ, 2015. 114 с.
3. Гранберг А. Г. Основы региональной экономики. М. : ГУ ВШЭ, 2013. 292 с.
4. Burdett Ricky. The Endless City. London, 2011. 510 p.
5. Санофф Г. Соучаствующее проектирование. Практики общественного участия в формировании среды больших и малых городов. Вологда : Проектная группа 8, 2015. 170 с.
6. Глазычев В. Л., Гутнов А. Э., Глазычев В. Л. Мир архитектуры: лицо города, 1990.
7. Кадыров Т. Э. Демократические общественные пространства. Вызовы Российских городов. Милан, 2013. 107 с.
8. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2030 года. URL: <http://static.government.ru/media/files/41d457592e04b76338b7.pdf> (дата обращения: 18.12.2018).
9. Стратегия социально-экономического развития РТ до 2030 года. URL: <http://mert.tatarstan.ru/strategiya-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya.htm> (дата обращения: 18.12.2018).
10. Государственная Программа «Развитие транспортной системы Республики Татарстан на 2014-2022 годы», утверждена постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 20.12.2013 № 1012. URL: https://docs.kzn.ru/uploads/document/file/3688/297_27.10.2017.pdf (дата обращения: 18.12.2018).
11. Lynch K. The image of the city. The MIT Press. England. 2013. 194 p.
12. Le Gates R. T., Stout F. The Urban sociology reader. San Fr. State University. 2013. 447 p.

Kadyrov TimurErnestovich

deputy chief architect

E-mail: timur.kadyrov@tatar.ru

Kazan City Planning and Architectural Department

The organization address: 420012, Russia, Kazan, Gruzdeva st., 5

Public spaces organization problems in the structure of urban agglomerations (on the example of Kazan agglomeration)

Abstract

Problem statement. The article discusses the problems (features, conditions, factors) of the formation of public spaces in the structure of urban agglomerations at the present stage. The author has set the task: on the basis of taking into account the peculiarities of the development of the territory, to identify factors and conditions for the functioning of public spaces in the

structure of the urban agglomeration. Based on the analysis of literature and legal acts, field research, the current trends and the role of public spaces in the development of urban agglomeration are shown.

Results. In the course of the study, the author presents historical background, problems in the functioning of public spaces. Covered measures for the formation of public spaces in the urban agglomeration. The reasons for the emergence of public spaces are presented. The current trends in the development of public spaces are considered by the example of the Kazan agglomeration, and both their positive aspects and disadvantages are revealed. The proposals for the development of public spaces with the aim of developing the territory of the Kazan agglomeration are given.

Conclusions. The significance of the research results lies in the development of proposals aimed at the systematic development of the territory of the Kazan agglomeration in the context of the problem under consideration. The selected conditions for the development of public spaces include: the removal of administrative barriers, the improvement of spatial planning tools, the synchronous implementation of transformations, the creation of new professional competencies, and the elevation of the status of some localities.

Keywords: public spaces, megalopolises, agglomeration, urbanized area, urban planning activity, improvement, spatial organization of the territory, pendulum (working) migration.

References

1. Amin E., Trift N. Cities: reinterpreting the city. Nizhny Novgorod : Red Swallow, 2017. 224 p.
2. Rebyne T. Ya. The concept of spatial development of the city of Samara. Samara : SAGMU, 2015. 114 p.
3. Granberg A. G. Basics of the regional economy. M. : Higher School of Economics, 2013. 292 p.
4. Burdett Ricky. The Endless City. London, 2011. 510 p.
5. Sanoff G. Participative design. Practices of public participation in shaping the environment of cities and towns. Vologda : Project Group 8, 2015. 170 p.
6. Glazychev V. L., Gutnov A. E., Glazychev V. L. The world of architecture: the face of the city, 1990.
7. Kadyrov T. E. Democratic public spaces. Challenging Russian cities. Milan, 2013. 107 p.
8. Forecast of the long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2030. URL: <http://static.government.ru/media/files/41d457592e04b76338b7.pdf> (reference date: 18.12.2018).
9. Strategy of social and economic development of the Republic of Tatarstan until 2030. URL: <http://mert.tatarstan.ru/strategiya-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya.htm> (reference date: 18.12.2018).
10. The State Program Development of the transport system of the Republic of Tatarstan for 2014-2022 was approved by a resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Tatarstan dated December 20, 2013. № 1012. URL: https://docs.kznn/uploads/document/file/3688/_297_27.10.2017.pdf (reference date: 18.12.2018).
11. Lynch K. The image of the city. The MIT Press. England. 2013. 194 p.
12. Le Gates R. T., Stout F. The Urban sociology reader. San Fr. State University, 2013. 447 p.

УДК 691.33

Килина Екатерина Федоровна

градостроитель

E-mail: Kilina_katerina95@mail.ru

ООО «Проектдевелопмент»

Адрес организации: 660001, Россия, г. Красноярск, ул. Ладо Кецховели, д. 22а, оф. 13-05

Кукина Ирина Валерьевна

кандидат архитектуры, доцент

E-mail: ikukina@inbox.ru

Липовка Алексей Юрьевич

кандидат технических наук

E-mail: alex.lipovka@gmail.com

Сибирский Федеральный Университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 82а

Принципы создания модели развития системы электрического транспорта в городской среде (на примере города Красноярска)¹

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – изучить и проанализировать развитие электрического транспорта в городской среде, а также выявить принципы создания модели развития электротранспорта на примере города Красноярска. Модель развития электротранспорта является универсальным инструментом, который дает возможность делать прогнозы на этапе планирования или реконструкции транспортной сети города, а также осуществлять мониторинг ее работы в системе города.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в выявлении принципов создания модели развития системы общественного электротранспорта в городской среде на основе открытых данных.

Выводы. Значимость полученных результатов для градостроительной отрасли заключается в том, что на основе разработанных принципов, формируется комплексная модель развития электротранспорта. В разработанной модели, при учете всех факторов в планировании интегрированной электротранспортной системы, возможно, повысить эффективность и уровень привлекательности сети общественного транспорта, а также снизить автомобильную нагрузку.

Ключевые слова: система электротранспорта, модель развития, городская среда.

Введение

В Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р, дается приоритет развитию пассажирского транспорта общего пользования, прежде всего это относится к развитию электрического транспорта.

В первую очередь, электротранспорт – наиболее экологически чистый вид транспорта. Современный общественный электротранспорт привлекателен для пассажиров: бесшумность и отсутствие вибраций при движении, плавность хода, высокая провозная способность [1]. Среди преимуществ электротранспорта в городской среде – простота, ремонтпригодность и более долгий срок службы подвижного состава, движение без заторов и максимальная скорость на обособленном полотне. Электрический транспорт наиболее актуален для холодных погодных условий. В условиях сложившейся плотной застройки только городской общественный электротранспорт способен осуществлять массовые перевозки населения, потому что имеет высокую провозную способность [2].

¹Статья выполнена в рамках проекта 1.5.5. «Тенденции развития методологии реновации архитектурно-градостроительной среды городов-региональных центров в конце XX в.». Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», НИИТИАГ.

Развитие городской транспортной системы города будет создавать постоянно растущие объемы данных. Объем данных будет постоянно уплотняться с увеличением количества подвижного состава, плотности остановочных пунктов, плотности транспортных узлов. Все эти данные можно исследовать и использовать для построения транспортной модели на основе применения программного продукта с использованием открытых данных. Транспортное моделирование с открытыми данными крайне необходимо как для содержания и развития транспортных систем Красноярска, так и в России в целом. При этом градостроительный анализ должен учитывать местные особенности территорий города. С помощью такого анализа выполняется территориально-транспортное планирование.

Капитальная инфраструктура видов электротранспорта различна. Территориальная фиксация электротранспорта ведет за собой сложности при реконструкции и согласованности и при территориальном развитии города. Кроме того, прокладка трамвайных путей и линий электропередач для электротранспорта сопряжена с определенными техническими затруднениями в организации движения в городе. Это является основным препятствием для реконструкции города.

Модель развития электротранспорта позволит регулировать данный процесс. С ее помощью возможна оптимизация всей транспортной сети города, где электротранспорт является наиболее эффективным видом транспорта. Модель развития электрического транспорта представляет собой интерактивную транспортную карту города. С помощью подобной модели можно управлять транспортными процессами на городском уровне.

Электротранспортные системы в городе

С точки зрения градостроительства, большинство видов электротранспорта являются негибкими, территориально зафиксированными, потому что связаны с электрическими технологиями [3]. Система городского общественного электротранспорта состоит из внеуличного контактного, уличного контактного и бесконтактного типов транспорта. К внеуличному контактному относятся легкорельсовый транспорт – Light Rail Transit (LRT), метро и внутригородской железнодорожный транспорт. К уличному контактному типу относятся, как правило, разновидности легкорельсового транспорта (скоростной трамвай), трамвай и троллейбус.

Внеуличный и уличный контактный тип транспорта являются планировочной негибкой системой, имеют меньшую мобильность, но более высокую скорость и провозную способность. К бесконтактному типу электротранспорта принадлежат электробусы и дуобусы. Они обладают большей мобильностью, но более низкой провозной способностью и скоростью движения.

Внутригородской железнодорожный транспорт имеет такие же характеристики, что и системы легкорельсового транспорта. Эти системы обособлены от прочих транспортных потоков, имеют высокую скорость и большую провозную способность, сравнимую с метро [4]. Основной недостаток – абсолютно негибкая, территориально-зафиксированная система, поменять направления линий очень сложно.

Трамвай имеет меньшую вместимость и провозную способность по сравнению с предыдущими видами электротранспорта, но большую по сравнению с троллейбусами и электробусами (рис. 1). Для строительства трамвайной инфраструктуры необходимо прокладка рельсов, проводного кабеля и строительство депо, регулирующего напряжение в контактной сети. Эта сеть отличается сравнительно низкой гибкостью, но имеет провозную способность равную 4-18 тыс. пассажиров в час; скорость сообщения – до 20 км/час. Трамвай передвигается на полотне полностью изолированном от других видов транспорта.

Троллейбус имеет двухпроводную контактную сеть, в отличие от контактной сети трамвая, где в качестве второго провода используются рельсы, и, как следствие, значительно сложнее и тяжелее. Этот вид транспорта является гибким, не зафиксирован территориально, обладает маневренностью, но имеет относительно низкую скорость сообщения 18-20 км/ч, и провозную способность – 5-10 тыс. пассажиров в час. Троллейбусная электрическая контактная сеть мобильна, а монтаж малозатратный. Этот вид электротранспорта позволяет установить систему рекуперации энергии, что даёт экономию и перераспределение электроэнергии, особенно при работе на участках со сложным рельефом.

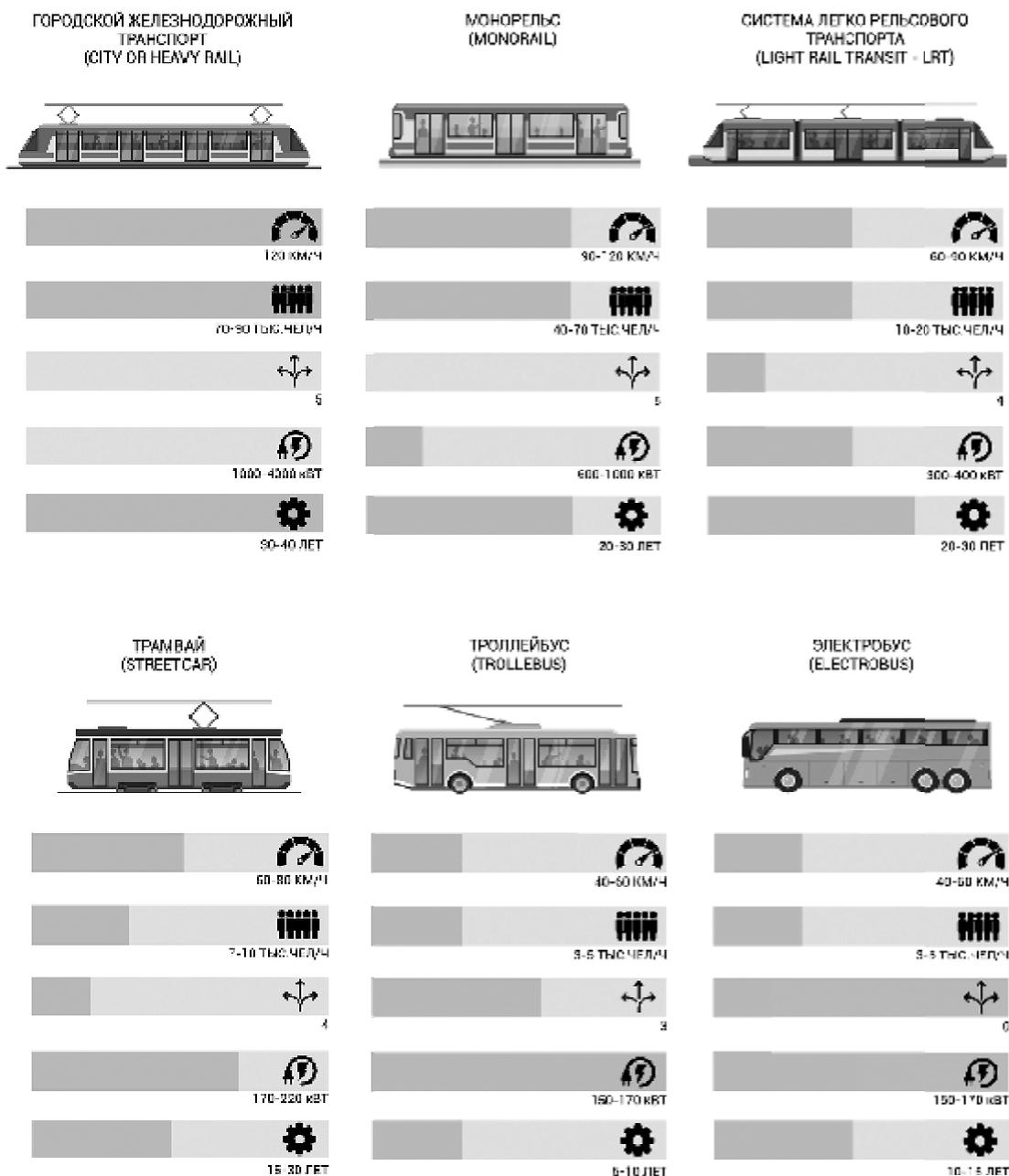


Рис. 1. Оценка критериев типов электротранспорта (иллюстрация авторов)

Электробус имеет самую высокую степень мобильности и маневренности. Однако, для электробусов необходимо создание сети станций зарядки аккумуляторов. Электробус имеет низкие эксплуатационные расходы, но стоимость подвижного состава очень высока, по сравнению с другими видами электротранспорта. Скорость электробуса сравнима со скоростью трамвая, но провозная способность, как у троллейбуса.

Исходя из оценки критериев типов электротранспорта, был проведен анализ наиболее эффективных городских электротранспортных систем. Методика исследования основана на сборе, визуализации и сравнительном анализе данных городской транспортной системы. Были выбраны следующие опорные города, которые имеют уникальные электротранспортные городские системы: Сиэтл, Стокгольм, Мельбурн, Екатеринбург. Затем был проведен местный анализ электротранспортных систем и выявлены основные критерии развития. Для сравнения были определены следующие характеристики: плотность УДС, протяжённость автобусных или

троллейбусных/трамвайных линий, количество пересадочных узлов, количество подвижного состава, а также количество маршрутов.

Сиэтл – один из многих американских городов, в которых во время автомобильного бума уничтожали трамвайные и троллейбусные сети. Но сейчас в городе функционирует интегрированная система общественного транспорта. Уникальность этой системы состоит в том, что подвижной состав имеет техническое оснащение в виде буферного сцепления с рельсами, токоприемников, а также стандартный дизельный двигатель. В центральной части города, этот подвижной состав подключается к воздушным электрическим линиям, затем к рельсовым сетям, на окраинных территориях функционирует как автобус. Троллейбусы имеют аккумуляторы, которые позволяют управлять машиной на участках без контактного провода, что дает возможность использовать машины в автономном режиме на расстоянии до пяти километров.

Интегрированная система включает в себя крупные узлы пересечения, оснащенные перехватывающими парковками и организованными остановками общественного транспорта. Данная система привела к заметным улучшениям в городе, например, к отсутствию вибрации, к низкому уровню шума, к увеличению частоты движения маршрутов. Сеть сократила транзитные перегрузки на многих центральных улицах, понизила уровень личного транспорта в центральной части города [5].

В рамках этой системы разработано руководство по планированию и проектированию улиц «STREET TYPE STANDARDS» (рис. 2), в котором описано, где могут проходить транзитные коридоры, которые имеют воздушные электрические провода для питания транзитных транспортных средств – троллейбусы. Этот документ основан на землепользовании и предполагаемом характере улицы для того, чтобы ориентировать как будущие проекты развития, так и проекты существующей транспортной инфраструктуры.

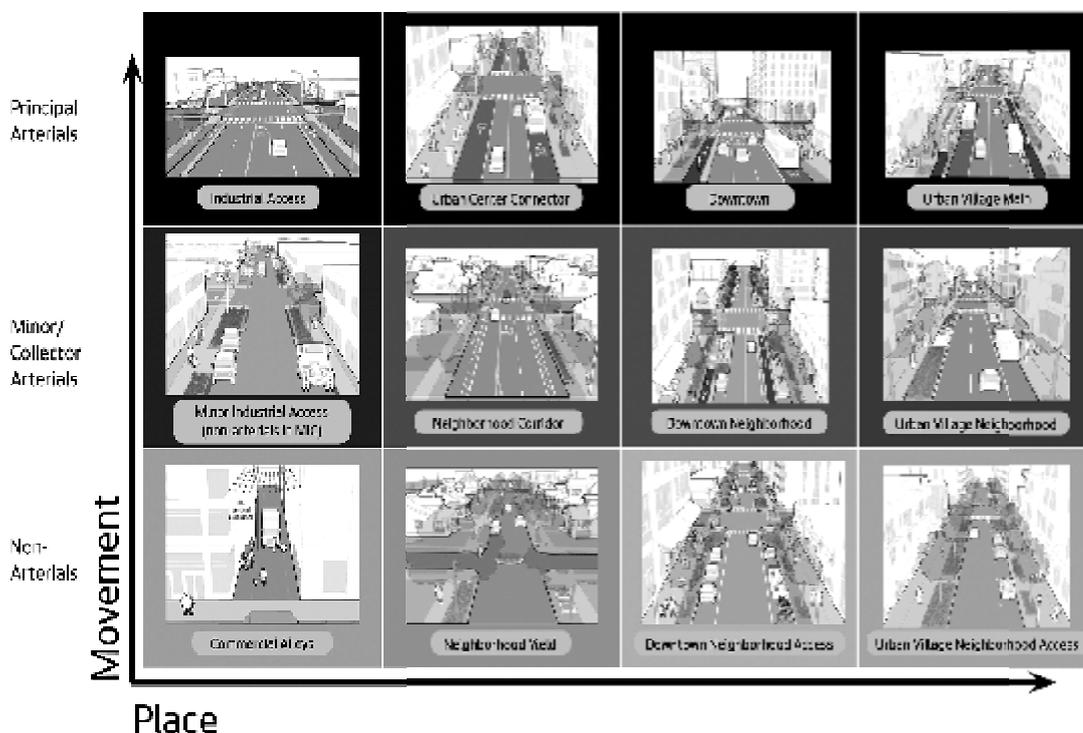


Рис. 2. Руководство по планированию и проектированию улиц «STREET TYPE STANDARDS» Сиэтла

(Источник: официальный сайт SEATTLE RIGHT-OF-WAY IMPROVEMENTS MANUAL/. <http://streetsillustrated.seattle.gov/street-types/>)

Основой системы электротранспорта Стокгольма является метро. Его протяженность составляет 105,7 км. Данная система имеет подключение к другим видам электротранспорта. Система стокгольмского метро развивается по принципу территориальной доступности городских районов. Уникальность данной системы заключается в расположении организованных транспортно-пересадочных узлов, а также, в связи с регионами страны через эту сеть. Сеть метро имеет четко выраженный центр, образующий узел, в который связываются все ветки. Основным узлом Стокгольма является центральный железнодорожный вокзал, откуда отходят региональные ветви [6].

В Мельбурне развернута обширная сеть легко-рельсового транспорта, эффективно работающая на весь город, и широкая сеть железнодорожного сообщения, которая дополняется «перехватывающей» сетью автобусного сообщения [7]. Город обладает технически оснащенной и современной моделью трамвайного движения. Уникальность этой системы заключается в том, что, благодаря большим данным и специальному анализу, трамвайная система может автоматически перенастраивать маршруты в ответ на внезапные проблемы, такие как реконструкция сети или стихийное бедствие. Данные также используются в этой системе для устранения проблем, прежде чем они станут серьезными. Датчики, расположенные на оборудовании, такие как трамвайные вагоны и дорожки, могут обнаруживать, когда потребуется техническое обслуживание на определенной части сети. Экипажи быстро отправляются на ремонт, и трамвайная система продолжает работать плавно. Также, эта система имеет связь с легкорельсовым транспортом в пересадочных узлах, что позволяет жителям города передвигаться с наименьшими временными затратами.

В России электротранспортные системы развиты недостаточно, большая часть подвижного состава изношена, а также несовершенна сама система – отсутствует интегрированность. Но на сегодняшний день существует потенциал развития городских железнодорожных, а также трамвайных линий.

В Екатеринбурге трамвай является самым приоритетным видом общественного транспорта. В первую очередь это связано с тем, что он охватывает большую часть районов города, а также имеет связь с другими видами транспорта. Уникальность этой системы заключается в связности с общественным транспортом, а также повышенным комфортом. Современный подвижной состав екатеринбургского трамвая очень удобен для маломобильных групп населения, а также, в нем применены самые современные технологии, используются новые информационные системы обслуживания сети.

Исходя из анализа, были определены следующие критерии развития моделей систем электротранспорта (табл.):

1. Интегрированность в городскую транспортную систему города (для функционирования электротранспортных систем необходима связь с другими видами общественного и личного транспорта).

2. Техническая современная оснащенность (современные системы электротранспорта должны быть оборудованы датчиками и специальными устройствами, с помощью которых возможно осуществлять мониторинг технического состояния системы, а также, анализ использования то или иной сети. В анализе качества электротранспортной системы помогают большие открытые данные, которые могут быть получены с мобильных устройств пассажиров).

3. Удобство для всех групп населения города (электротранспорт отличается высоким качеством и комфортом перевозок пассажиров, включая маломобильные группы населения).

4. Территориальная доступность.

Таблица

Сравнительный анализ электротранспортных систем

№ п/п	Город	Виды электрического транспорта	Протяженность сети			Количество маршрутов			Количество подвижного состава автобусов/троллейбусов	Количество подвижного состава трамваев
			Автобус	Троллейбус	Трамвай	Автобус	Троллейбус	Трамвай		
1	Сингапур	Интегрированная система Trolley bus (автобус – троллейбус), трамвай, LRT, метро, городская ж/д		109 км	6,1 км		15	2	174	6
2	Стокгольм	Интегрированная система трамвая, автобуса и LRT, городская ж/д	109,5 км	3 км	36,6 км	450	1	4	220	60
4	Мельбурн	Интегрированная система трамвая, автобуса и LRT, городская ж/д		-	250 км	350	-	28		493
5	Екатеринбург	Трамвай, троллейбус, ж/д, метро	160 км	79,9 км	183,2 км	87	19	31	169/ 250	459
6	Красноярск	Не интегрированная система – троллейбус, трамвай, городская ж/д, автобус		25,6 км			6	4	20/ троллейбус	42

Электротранспортная система Красноярска

Доля электротранспорта в Красноярске составляет всего 20 %. В Красноярске линейно-узловая система сформирована железной дорогой, остановками и магистралями. В городе на данный момент существует три вида общественного электротранспорта – внутригородской железнодорожный транспорт (проект городская электричка), трамвай и троллейбус. Рассмотрим более подробно каждый вид электротранспорта:

1. Внутригородской Железнодорожный транспорт

Со временем, железнодорожная линия трансформировалась в структурно-планировочное кольцо, вокруг которого интенсивно формировалась новая городская застройка. Внутригородское железнодорожное движение функционирует с 2008 года.

Территориально, железнодорожное кольцо соединяет большинство городских территорий, и, частично, пригородные территории.

На данный момент, внутригородской железнодорожный транспорт функционирует фрагментарно, курсируют всего 3 маршрута, которые не охватывают всей территории города. Хотя система внутригородского железнодорожного транспорта и не оправдала себя из-за отсутствия организованных остановочных пунктов, а также отсутствия связи с другими видами общественного транспорта, но, тем не менее, пользуется она спросом. В период с 2012 года по 2015 год внутригородской пассажиропоток увеличился на 37,6 %. К недостаткам этого вида электротранспорта относятся: несогласованность в расписании, неорганизованная связь с другими видами транспорта, неразвитость или отсутствие транспортно-пересадочных узлов (ТПУ).

Данный вид транспорта имеет большой потенциал для развития. Внутригородской железнодорожный транспорт является альтернативой метро. В связи с тем, что этот вид транспорта охватывает большинство городских районов, он позволяет передвигаться из одного района города в другой за максимально короткое время. На сегодня, существует проект «Круговая городская электричка», который предполагает организованное движение по железнодорожному кольцу с транспортно-пересадочными узлами, а также закупку нового современного подвижного состава.

2. Трамвай

Движение красноярского трамвая проходит по выделенной линии. Протяженность сети трамвайной линии составляет 25,6 км, количество подвижного состава – 42 единицы. В настоящее время в Красноярске действует всего 4 трамвайных маршрута. Маршрутная сеть электротранспорта также не развивается. Все маршруты курсируют только на правом берегу города, отсутствует связь с левобережной частью. К недостаткам этого вида транспорта относятся: ухудшение физического состояния существующего парка и электротранспортных сетей, деградация инфраструктуры, сокращение маршрутов. Также наблюдается неочевидность данного вида транспорта властями.

Но, по сравнению с предыдущим видом транспорта, трамвай частично интегрирован в общую систему транспорта города. Он имеет связь с автобусными маршрутами, остановки располагаются параллельно, радиус пешеходной доступности не превышает 300-400 метров. В последнее время наблюдается улучшение инфраструктуры – замена на бесшумные технологии прокладки рельсов, а также закупка нового современного подвижного состава. В транспортной схеме генерального плана Красноярска существует проект развития трамвайной сети, в котором предполагается связь с левобережной частью города.

3. Троллейбус

Протяжённость сети троллейбуса – 133,9 км. По состоянию на июль 2017 года, в городе на линии выходят 66 троллейбусов, которые обслуживают 6 маршрутов. Троллейбусные маршруты соединяют большее число территорий города, по сравнению с трамвайными маршрутами. Троллейбусы курсируют на левом берегу и соединяют центр города с Октябрьским, Северным и Железнодорожным районами. Как и трамвай, троллейбус имеет связь с автобусным движением. К недостаткам этого вида транспорта относятся: физический износ существующего парка, деградация инфраструктуры, сокращение маршрутов, а также ментальное непонимание и профессиональное заблуждение о неэффективности данного вида транспорта.

Стоит отметить, что в Красноярске существует проект развития скоростных маршрутов электробусов. Предполагается, что данные маршруты свяжут все виды электротранспорта между собой.

Основная проблема электротранспортной системы в Красноярске – отсутствие связи с системой общественного транспорта города, а также деградация инфраструктуры (рис. 3). Данная система не интегрирована в транспортную сеть города. Поэтому, для совершенствования электротранспортной сети Красноярска необходима модель развития электротранспорта, с помощью которой возможно планирование интеграции сети.

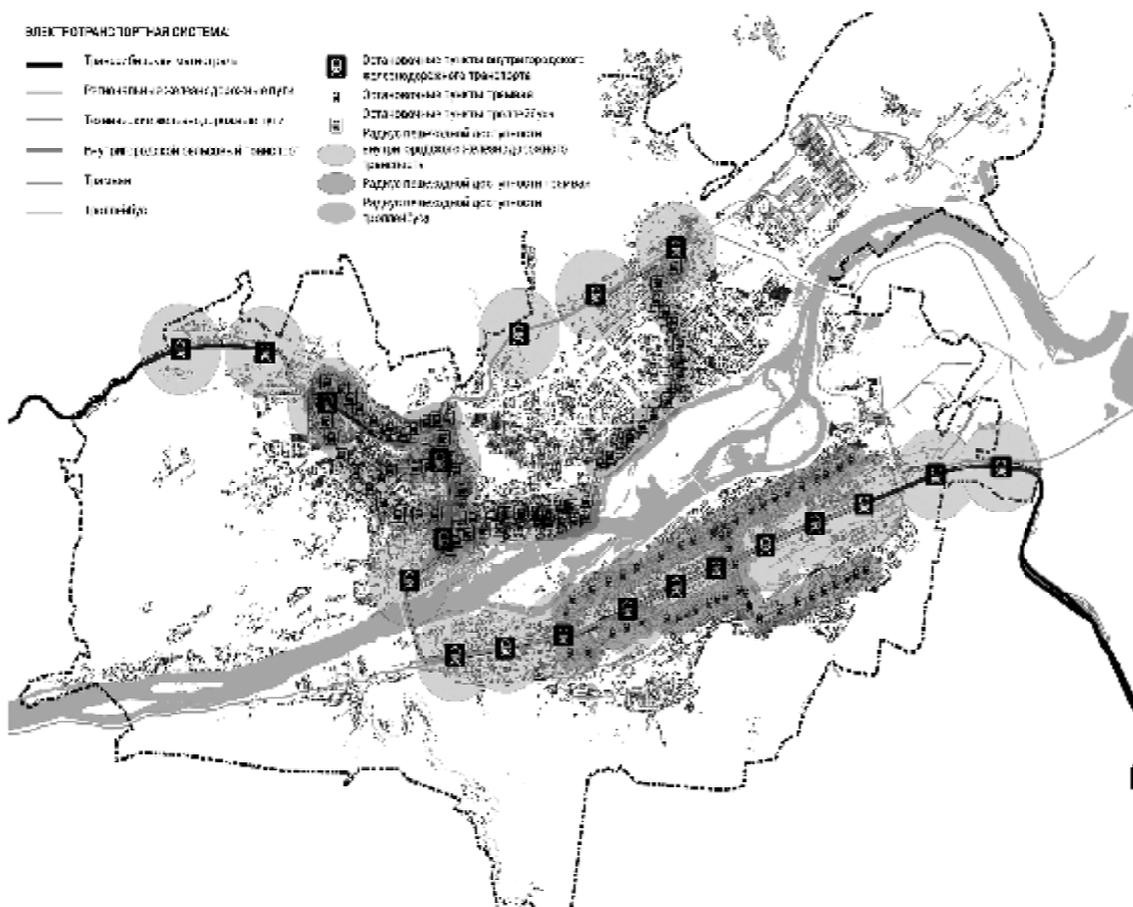


Рис. 3. Схема системы общественного электротранспорта г. Красноярск (иллюстрация авторов)

Описательная часть модели развития системы электротранспорта

Модель представляет собой цифровую платформу для сбора, обработки и анализа использования и функционирования электрического транспорта в открытом доступе. Одной из общих задач транспортной модели является создание эффективной интегрированной системы электротранспорта, регулирование информационных потоков, который бы обеспечивал высокое качество передвижения людей в городской среде.

Градостроительный анализ транспортной системы в модели развития базируется на анализе входных данных. Такими являются плотность населения, длина и время прохождения пути, а также данные о сопутствующем обслуживании этих линий. Интерактивная транспортная карта города – это имитационная модель, отражающая текущее и прогнозируемое состояния различных видов городского транспорта. С помощью подобной модели, возможно, управлять транспортными процессами на городском уровне. Стоит отметить, что универсальность моделей электротранспорта обеспечивает возможность их применения в различных вариантах, а это существенно расширяет функциональные возможности городской системы общественного транспорта.

Данную модель, возможно, использовать для дальнейшего сбора данных, их редактирования и совершенствования в целях локализации информации для городского правительства. Модель развития электротранспорта представляет собой универсальный инструмент, состоящий из интегральных пространственных слоев.

Транспортная модель в целом представляет собой программный комплекс, состоящий из информационных и расчетных блоков. Информационные блоки составляют единую базу открытых данных, предназначенную для хранения и обработки информации, необходимой для анализа и планирования электротранспортной системы. Расчетные блоки реализуют алгоритмы влияния системы электротранспорта на структуру города. Модель строится исходя из градостроительного анализа города Красноярск.

Она состоит из следующих пространственных слоев:

1. Слой транспортной инфраструктуры.

Этот слой включает в себя следующие подслои: городской общественный транспорт (маршруты автобусов), ТПУ, электротранспортные сети (трамвай, троллейбус, городская железнодорожная сеть), остановки каждого вида общественного транспорта, радиусы обслуживания той или иной маршрутной сети.

2. Слой инженерной инфраструктуры электротранспорта.

Слой инфраструктуры включает в себя обособленные электротранспортные сети, пункты подзарядки, депо, а также их радиусы обслуживания.

3. Слой естественных барьеров и рельефа города.

Естественные преграды и барьеры влияют на транспортную доступность городских районов, поэтому они должны учитываться при планировании новой сети или реконструкции существующих сетей.

4. Слой сопутствующей застройки.

Данный слой влияет на охват обслуживания вдоль электротранспортных линий. Количество посадочных мест для пассажиров может быть проанализировано в соотношении плотности использования окружающих районов. Протяженность линий электротранспорта зависит от размеров городских районов.

5. Слой функционального наполнения.

Чтобы создать оптимальный уровень интеграции, важно обеспечить функциональным наполнением более плотные районы, через которые проходят не моторизованные транспортные средства. Распределение функций влияет на формирование электротранспортных сетей.

Каждый слой является зависимым. В этой модели возможно моделирование, меняя внутренние параметры пространственных слоев. Исходя из этого, мы получим разные сценарии развития электротранспортной системы города. Основной функционал – расчет и анализ для транспортного планирования города.

Принципы модели развития электротранспорта

Исходя из проведенного анализа и построения модели на основе пространственных слоев, были сформулированы следующие принципы развития модели электротранспорта Красноярска:

1. Принцип интегрированности (мульти модальности).

Мультимодальность – коммуникация с точки зрения пространственных и визуальных ресурсов, которые используются для построения модели. Этот принцип подразумевает взаимодействие всех видов городского транспорта. Для этого необходимы транспортно-пересадочные узлы, с помощью которых происходит интеграция общественного электротранспорта [8]. Этот принцип обеспечивает связность городских районов.

2. Принцип согласованности.

Принцип касается согласованности интересов властей, разных организаций перевозчиков, а также пассажиров. Прежде всего, это относится к согласованности в расписании маршрутной сети.

3. Принцип иерархичности.

Для эффективности работы электротранспортной системы и наиболее рационального распоряжения маршрутной сетью целесообразно максимально использовать уже существующую транспортную инфраструктуру. И, в особенности, инфраструктуру рельсового транспорта, обладающего максимальной провозной способностью и наибольшим потенциалом для развития. В связи с этим предлагается заложить принципы, в основе которых будет лежать приоритет рельсового транспорта, как транспортного каркаса в городе. Целесообразно выделять отдельные полосы движения для электротранспорта.

4. Принцип последовательности.

Этот принцип подразумевает постепенное развитие электротранспортных систем.

5. Принцип эффективности.

Выбранный вид электротранспорта должен отвечать критериям эффективности, как с технической точки зрения, так и с градостроительной. Также, внедряемая или реконструируемая маршрутная сеть должна быть эффективна с точки зрения пассажира.

6. Принцип мобильности.

Интегрированная система электротранспорта должна обладать большой степенью мобильности. Основная задача – обеспечение большей части населения города транспортными услугами, включая маломобильные группы населения [9,10].

Заключение

Исходя из принципов организации модели развития электротранспорта Красноярска, могут быть получены рекомендации по проектированию и реконструкции электротранспортных систем. Эти рекомендации могут быть направлены на устойчивое развитие всей транспортной системы города.

С помощью принципов развития универсальной модели электротранспорта, можно улучшить функционирование городской системы транспорта. В первую очередь, электротранспорт улучшает экологическую составляющую города, что является наиболее актуальным для Красноярска. Качественный транспорт связывает все структуры города, что позволяет беспрепятственно перемещаться пассажирам.

Также, электротранспорт является самым оптимальным видом транспортной системы города, потому что имеет низкую себестоимость и формирует рынок труда. Города с неэффективным транспортом теряют население, которое устало от заторов, загрязнения воздуха, отсутствия четких гарантий в сфере транспорта. Следующим этапом развития модели является расчет рентабельности того или иного вида электротранспорта.

С развитием электротранспорта увеличивается транспортная доступность городских районов [10]. На пересечениях электротранспорта с другими видами транспорта формируются узлы разных значений в зависимости от обслуживаемых территорий. Визуализация интегрированной системы помогает оценить комплексную работу электротранспорта в транспортной инфраструктуре города.

Список библиографических ссылок

1. Постников В. П., Дорошенко Р. О. Обоснование необходимости развития пассажирского электротранспорта в крупном городе с точки зрения экологической эффективности // Экология и промышленность России. 2014. № 20. С. 2–6.
2. Антонов Д. В. Основные принципы развития транспортных систем городов // Вестник АГТА. 2014. № 8. С. 149–156.
3. Philipp Rode, Graham Floater, Nikolas Thomopoulos, James Docherty, Peter Schwinger, Anjali Mahendra, Wanli Fang. Accessibility in cities : Transport and urban form // The New climate economy. 2014. Paper 03. P. 1–40.
4. Радионова Е. Ю. Анализ опыта высокоскоростного железнодорожного транспорта: перспективы развития в России // Архитектура, градостроительство и дизайн. 2016. № 10. С. 8–13.
5. Отчет об исследовании King County Trolley Bus Evaluation // Seattle right-of-way improvements manual. 2016. URL: <http://metro.kingcounty.gov/up/projects/trolleyevaluation.html> (дата обращения: 02.01.2019).
6. Песляк О. А. Градостроительное планирование развития городских агломераций в скандинавских странах (на примере Хельсинки и Стокгольма) // Перспективы науки. 2017. № 8 (95). С. 28–35.
7. Дудаков Д. С. Проблемы транспортного планирования в условиях развития современного градостроительства // МАРХИ. Architecture and modern information technologies. 2016. № 37. С. 205–217.
8. Власов Д. Н. , Леоненко С. М., Широкая Н. В. Развитие интермодальных пересадочных узлов в городах Российской Федерации // Academia. Архитектура и строительство России. 2016. №. 3. С. 1–10.

9. Ключин В. В., Баулина О. А. Пути развития «умной транспортной мобильности» в рамках формирования концепции умного города (на примере г. Волгоград) // Науковедение. 2016. № 2. С. 310–316.
10. Cervero R., Dalkmann H., King H. R. Planning and design for sustainable urban mobility: policy directions global report on human settlements // United Nations Human Settlements Programme. New York : Routledge. 2013. P. 68.

Kilina Ekaterina Fedorovna

urban planner

E-mail: Kilina_katerina95@mail.ru**LTD «Project Development»**

The organization address: 660001, Russia, Krasnoyarsk, Lado Ketskhoveri st., 22a, of. 13-05

Kukina Irina Valerievna

candidate of architecture, associate professor

E-mail: ikukina@inbox.ru**Lipovka Alexey Iurievich**

candidate of technical sciences

E-mail: alex.lipovka@gmail.com**Siberian Federal University**

The organization address: 420043, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny st., 82a

**Principles for creating a model for the development of an electric transport system
in an urban environment (on the example of the city of Krasnoyarsk)****Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to study and analyze the development of electric transport in an urban environment, as well as to identify the principles for creating a model for the development of electric transport, using the example of Krasnoyarsk. The model of development of electric transport is a universal tool that makes it possible to make forecasts at the planning or reconstruction stage of the city's transport network, as well as to monitor its work in the city's system.

Results. The main results of the research are to identify the principles for creating a model for the development of a public electric transport system in an urban environment based on open data.

Conclusions. The significance of the results obtained for the urban planning industry lies in the fact that on the basis of the developed principles, an integrated model of the development of electric transport is being formed. In the developed model, taking into account all factors in the planning of an integrated electric transport system, it is possible to increase the efficiency and attractiveness of the public transport network, as well as to reduce the car load.

Keywords: electric transport system, development model, urban environment.

References

1. Postnikov V. P., Doroshenko R. O. Justification of the need to develop passenger electric transport in a large city in terms of environmental efficiency // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2014. № 20. P. 2–6.
2. Antonov D. V. Basic Principles of Urban Transport Systems Development // *Vestnik AGTA*. 2014. № 8. P. 149–156.
3. Philipp Rode, Graham Floater, Nikolas Thomopoulos, James Docherty, Peter Schwinger, Anjali Mahendra, Wanli Fang. Accessibility in cities: Transport and urban form // *The New climate economy*. 2014. Paper 03. P. 1–40.
4. Radionova E. Yu. Analysis of the experience of high-speed rail transport: development prospects in Russia // *Arkhitektura, gradostroitel'stvo i dizayn*. 2016. № 10. P. 8–13.

5. Study Report King County Trolley Bus Evaluation // Seattle right-of-way improvements manual. 2016. URL: <http://metro.kingcounty.gov/up/projects/trolleyevaluation.html> (reference date: 02.01.2019).
6. Peslyak O. A. Town planning for the development of urban agglomerations in the Scandinavian countries (for example, Helsinki and Stockholm) // Perspektivy nauki. 2017. № 8 (95). P. 28–35.
7. Dudakov D. S. Problems of transport planning in the conditions of development of modern town planning // MARCHI. Architecture and modern information technologies. 2016. № 37. P. 205–217.
8. Vlasov D. N., Leonenko S. M., Shirokaya N. V. Development of intermodal transfer hubs in cities of the Russian Federation // Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii. 2016. № 3. P. 1–10.
9. Klyushin V. V., Baulina O. A. Ways of development of «smart transport mobility» within the framework of forming the concept of a smart city (on the example of Volgograd) // Naukovedenie. 2016. № 2. P. 310–316.
10. Cervero R., Dalkmann H., King H. R. Planning and design for sustainable urban mobility: policy directions global report on human settlements // United Nations Human Settlements Programme. New York : Routledge. 2013. P. 68.

УДК 72.01

Минязова Алия Булатовна

архитектор

E-mail: aliya120894@yandex.ru

ООО «Проектная Артель Анжелики Мелентьевой»

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Калинина, д. 48, оф. 317

Айдарова Галина Николаевна

доктор архитектуры, профессор

E-mail: aidagalnik@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Подходы и принципы формирования архитектурно-градостроительной среды сельского экотуризма в Тоскане

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявить принципы и подходы к формированию экотуризма сельских поселений в Тоскане.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в представленных подходах (территориально-планировочный, социологический, комплексный, функциональный), выявленных принципах (доступность, безопасность, экологичность, сценарность, информативность) организации архитектурно-градостроительной среды экотуризма Тосканы.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектурной теории и практики состоит в возможности использования матрицы в дальнейших исследованиях архитектурной среды сельского экотуризма России, в решении практических вопросов формирования новой типологии элементов архитектурно-градостроительной среды сельского экотуризма.

Ключевые слова: подходы и принципы формирования архитектурно-градостроительной среды сельского экотуризма, экологический каркас, матрица элементов сельской экотуристической инфраструктуры.

Введение

Сельский туризм относительно новое и перспективное направление развития внутреннего и въездного туризма [1]. На территории России 402,6 млн. га (23,6 %) – земли сельскохозяйственного назначения, в том числе 220,6 млн. га (12,9 %) – сельскохозяйственные угодья. Существует мнение, что впервые термин «экотуризм» был использован Миллером в 1978 г. как обозначение одного из вариантов устойчивого развития туризма [2].

Экологический туризм: современное состояние

В настоящее время существует несколько десятков определений экологического туризма, большинство которых сводится к природоохранному смыслу. «Экологический туризм» («экотуризм») подразумевает отдых в сельской местности с проведением экскурсий по природным территориям, не нарушающим целостности экосистемы. На данный момент, по оценкам экспертов, экотуризм составляет 10-20 % от всего рынка мирового туризма [3].

Экотуристический сектор, по мнению некоторых исследователей – Мироненко Н. С., Дроздова Н. В., Твердохлебова И. Т, может способствовать устойчивому развитию российских сел и деревень [4-6]. Согласно информации общероссийского информационного ресурса «населено.рф», за последние 30 лет с карты России исчезли 37 тыс. сел и деревень. Это огромный урон для страны, так как с разрушением села теряется духовная основа России.

Анализ теории и практики организации экотуризма в России изучали в таких направлениях, как архитектура (Фахрутдинова И.А. и др.) [7].

С точки зрения развития сельского экотуризма в России, можно выделить европейскую концепцию планирования туризма в сельской местности с акцентом на экологическую активность.

Специалисты EuroGites – Европейской федерации сельского зеленого туризма, выяснили, что наиболее популярным регионом Европы по экотуризму признан регион Италии – Тоскана, что подтверждено специальным знаком ЕС – Ecolabel. Экотуризм в Тоскане – это часть социальной политики государства. Концепция экотуризма несет большую социокультурную нагрузку: сохранение и популяризация традиционного облика деревни, традиционных навыков и ремесел [8].

Концепция зеленых маршрутов. Формирование экотропы

Специалисты общественной организации «The Italian Greenways Association» (Европейская Ассоциация Зеленых Маршрутов) разработали и продвигают концепцию зеленых маршрутов (экотропы), предполагающих передвижение вдоль ландшафтно-маршрутных коридоров, исторических и культурных объектов, образующих туристский каркас.

Концепция зеленых маршрутов возникла в 1997 году в Италии для обозначения рекреационных троп, служащих продвижению активного стиля жизни и немоторизированных средств транспорта [9], что впоследствии предшествует рекреационному освоению всего района.

Экотропы формируются как неотъемлемая часть экотуристического сектора тосканской области. Планирование экотроп осуществляется на нескольких базовых принципах и классификациях: принцип сезонности [10], принцип экологически устойчивого туризма, принцип доступности.

Экологические тропы можно классифицировать по разным критериям:

- По длине маршрута или его продолжительности (например, уже существует «Аппалачская тропа» в США длиной 3300 км и «Большая Байкальская тропа» в России длиной 1180 км, с посещением самых колоритных мест).
- По трудности прохождения.
- По сложности предлагаемой информации.
- По возрастным категориям населения.
- По назначению.

По структуре экотропы аналогичны, так как имеют устоявшиеся нормы в соответствии с ГОСТ Р 50681-2010 «Туристские услуги. Проектирование туристских услуг»: включают маршрутный коридор, полосу отчуждения, буферную зону, пункты остановки (рис. 1) [11].

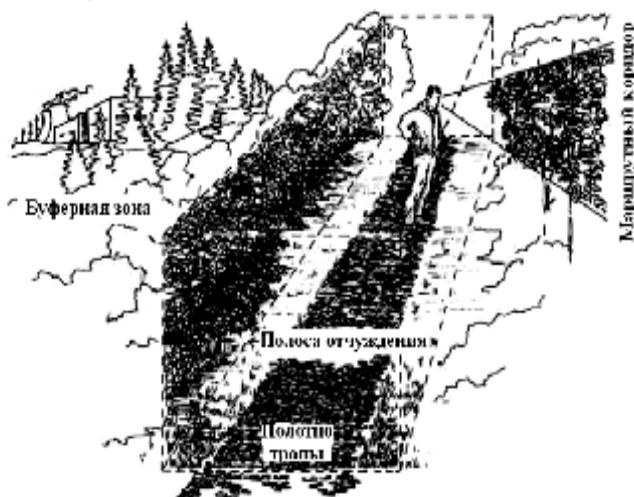


Рис. 1. Экологическая тропа [11]

Описанные выше аспекты, лежащие в основе организации экотропы, можно классифицировать в таблице.

Таблица

Формирование экотропы					
Виды	Построение	Основные элементы	Средства визуализации	Структура тропы	Способ прохода
горная; пологая; спортивно-оздоровительная; тематическая; экологическая; историческая.	линейная радиальная кольцевая [8].	помосты/поручни; скамьи; маркировочные знаки; навигация; смотровые площадки; планировочные узлы; экотуризма.	легенда; сценарий; экскурсии.	буферная зона; маршрутный коридор; обзорные точки; остановки; полотно; тропы [8].	верховая езда; пеший; лыжный; водный; велосипедный [8].

На основе натурального анализа можно выделить основное направление экотуризма, преобладающее в тосканской области: агротуризм – занимает лидирующее место по организации отдыха и досуга туристов в сельской местности Тосканы, он ориентирован на природно-культурные, исторические, социально-этнографические ресурсы, традиционные для данной местности, с целью приобщения туристов к сельской природе.

В ходе исследования сельскохозяйственного ареала Тосканы рассмотрен культурный ландшафт Валь д'Орча (Объект Всемирного наследия ЮНЕСКО), объединяющий старинные деревни и малые города: Сиена, Пьенца, Монтепульчано, Монтикьялло, где экотуризм формируется как эколого-просветительская и познавательная деятельность, обеспечивающая регулирование рекреационной нагрузки на рассматриваемые сельские местности.

Подходы к организации архитектурно-градостроительной среды экотуризма в Тоскане

На примере внедрения экотроп в структуру рекреационных занятий (ознакомление с историко-культурными, природными объектами данных сельских поселений), можно выделить следующие подходы к проектированию архитектурно-градостроительной среды экотуризма:

1. Территориально-планировочный подход. Выявление новых возможностей использования сельской местности для обеспечения комплексного развития территории.
 - 1.1. Выявление историко-культурных и природных объектов для туристического показа;
 - 1.2. Организация зеленых коридоров для распределения пешеходных потоков.
2. Функциональный подход. Повышение качества, эффективности и безопасности экотуристической деятельности.
3. Комплексный подход. Осуществляется на основе комплексной оценки рекреационного потенциала территории.
4. Социологический подход. Опрос туристов после экспериментального внедрения новой функции в сельскую местность.

На основе выявленных подходов к организации архитектурно-градостроительной среды экотуризма в тосканской области, выявлены следующие принципы: принцип доступности, принцип информативности, принцип сценарности, принцип безопасности, принцип экологичности.

Принцип доступности

Данный принцип обусловлен возможностью легко преодолевать ландшафтные препятствия. Комфортное, безопасное и удобное преодоление выбранного маршрута способствует быстрому усвоению новой информации. В Сан-Марино создан просторный стеклянный лифт для подъема на холм выше. Фуникулер для преодоления крутых склонов используется в горных окрестностях Италии (рис. 2-3). Небольшие склоны в

Тоскане оснащены лестницами из природного камня или деревянного настила. Для пересечения рек и озер используются моторные лодки или гондолы.

Наземные пешеходные переходы также решают проблему безопасности и доступности. Ими обособляются как проселочные дороги, так и магистрали. Наземный переход для пешеходов, велосипедистов и маломобильных групп населения – оптимальное решение доступной среды.



Рис. 2. Фуникулер в Сан-Марино
(иллюстрация авторов)



Рис. 3. Лифт в Сан-Марино (иллюстрация
авторов)

Принцип информативности

Принцип подразумевает способность маршрута удовлетворять познавательные потребности людей в разных научных дисциплинах, в зависимости от выбранной типологии. В случае с экотропами основную роль играют природные аспекты и характер взаимодействия человека с природой.

Для удовлетворения познавательных потребностей посетителей на тропе устанавливают информационные стенды (аншлаги). На входном аншлаге помещается схема размещения экологической тропы, информация о направлении движения и порядке осмотра, правилах поведения на тропе, а также о размещении отдельных наиболее важных экспозиционных объектов и объектов благоустройства

Информационные стенды устанавливаются на каждой станции, на самой тропе, а также у наиболее значимых объектов показа (рис. 4). Расстояние между такими остановками может быть разным, но не чаще, чем через 100 метров. Информационные стенды содержат лаконичную информацию об объекте показа. Как правило, текст сопровождается фотографиями и рисунками [12].



Рис. 4. Навигационный стенд (иллюстрация авторов)

Принцип сценарности

Принцип сценарности предопределяет тематические маршруты и связи между конкретными объектами разной функциональной и тематической направленности. Тропа любви в Италии, живописная, выбитая прямо в скалах и идущая вдоль берега моря, тропа связывает два поселения Чинкве-Терре – Риомаджоре и Манаролу. С Тропой любви связана легенда про юношу и девушку, которые жили в Манароле и Риомаджоре, некогда враждовавших (рис. 5) [13].

«Путь богов» – крутая и опасная тропа от Позитано до Праяно, проложена вдоль крутых обрывов, с которых открываются величественные панорамы Сорренто и Капри, а в одном из ущелий прячется старинный монастырь Сан-Доменико (рис. 6) [14].



Рис. 5. «Тропа любви» в Италии [13]



Рис. 6. «Путь богов» в Италии [14]

Принцип безопасности

Обеспечение защищенности при передвижении, заблаговременно предупреждая о препятствиях на пути. В основе принципа учитывается физическое или визуальное разделение пешеходных, велосипедных потоков и верховую езду. Недостаточно организованные необходимыми элементами навигации экотропы могут привести к ПДД. Так, к примеру, экотропа в Монтикьялло благоустроена дорожным полотном, в связи с переувлажненными участками. В Сиене часть экотропы покрыта деревянным настилом для безопасности. Через ручьи и речки перекидываются мостики. Ширина дорожек определяется планируемым количеством посетителей, и, как правило, составляет не менее 1,5 метров. Для предотвращения развития эрозионных процессов и удобства посетителей дорожки прокладываются по склонам с крутизной не выше 10 %.

Размещение пунктов остановок и обзорных точек определяется особенностями местности и наличием туристических достопримечательностей. Расстояние между станциями может составлять 200-300 метров и более. В случае размещения обзорных точек на крутых или обрывистых склонах, в целях обеспечения безопасности и исключения возможности развития эрозионных процессов, со стороны склона сооружаются специальные деревянные ограждения (рис. 7).



Рис. 7. Конструктивные элементы тропы [15]

Принцип экологичности

Экологический принцип подразумевает учёт природных особенностей местности, доступ к природным памятникам, выбор материала при строительстве объектов туристического показа.

На примере Тосканы, создана новая реализованная концепция «Legambiente», цель которой защитить окружающую среду от негативного влияния. Активное внедрение экомаршрутов с немоторизованными видами транспорта, сохраняет экологически чистую среду сельской местности, а конструктивные элементы выполняются из экологичных материалов.

На основе анализа сельского туризма в Тоскане, разработана таблица, показывающая формирование архитектурно-градостроительной среды сельского туризма за счет вертикального и горизонтального пространства, представляющее собой совокупность объектов архитектуры и малых архитектурных форм, коммуникаций и экологического каркаса (рис. 8).

		ВИДЫ ЭКОТРИП						
		Горная	Поляная	Спортивно-оздоров.	Тематическая	Экзотич.	Историческая	
МАТРИЦА ЭЛЕМЕНТОВ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ЭКОТУРИЗМА	Архитектурные объекты	Историко-культурные объекты						
		Сельские памятники	●	●	●	●	●	●
		Сельские исторические поселения	●	●	●	●	●	●
		Произведения искусства	●	●	●	●	●	●
		Объекты науки и техники	●	●	●	●	●	●
		Ансамбли	●	●	●	●	●	●
		Произведения архитектуры	●	●	●	●	●	●
		Достопримечательные места	●	●	●	●	●	●
		Центры исторических поселений	●	●	●	●	●	●
		Древние города, городища и др.	●	●	●	●	●	●
		Общественные объекты						
		Торговые галереи	●	●	●	●	●	●
		Магазины	●	●	●	●	●	●
		Кафе	●	●	●	●	●	●
		Музеи	●	●	●	●	●	●
	Выставочные залы	●	●	●	●	●	●	
	Библиотеки	●	●	●	●	●	●	
	Сельские дома отдыха	●	●	●	●	●	●	
	Сельские туристические приюты	●	●	●	●	●	●	
	Кинотеатр и др.	●	●	●	●	●	●	
	Малые архитектурные формы							
	Беседки	●	●	●	●	●	●	
	Арт-объекты	●	●	●	●	●	●	
	Инсталляции	●	●	●	●	●	●	
	Смотровые площадки	●	●	●	●	●	●	
	Панорамы	●	●	●	●	●	●	
	Инфо-будки	●	●	●	●	●	●	
Мостики	●	●	●	●	●	●		
Скамьи и др.	●	●	●	●	●	●		
Информационно-коммуникативная система	Конструктивные элементы	Поручни	●	●	●	●	●	●
		Ограждения	●	●	●	●	●	●
		Лестницы	●	●	●	●	●	●
		Фундулы	●	●	●	●	●	●
		Лифты и др.	●	●	●	●	●	●
	Экологический каркас	Природные объекты						
		Флора	●	●	●	●	●	●
		Фауна	●	●	●	●	●	●
		Ландшафт	●	●	●	●	●	●
		Особо охраняемые природные объекты						
Национальные парки	●	●	●	●	●	●		
Памятники природы и др.	●	●	●	●	●	●		
Информационно-коммуникативная система	Направляющие знаки, инфостенды	●	●	●	●	●	●	
	Информационные знаки	●	●	●	●	●	●	

Рис. 8. Матрица элементов архитектурно-градостроительной среды экотуризма (иллюстрация авторов)

Таким образом, один из методов сохранения и восстановления архитектурно-градостроительной среды служит создание экологических троп, позволяющих за счет укрепления тропиночного полотна, информационного наполнения и оборудования мест стоянок обеспечить безопасность и удобство туристов при снижении и распределении антропогенной нагрузки на экосистему. Европейская модель экотуризма взаимосвязана с экологическим каркасом региона. Можно сказать, что экологический каркас влияет на проектирование планировочной структуры туристско-рекреационной системы.

Заключение

В заключении можно сказать, что экотуризм является важным элементом устойчивого развития. Формирование экотуристического сектора влечет за собой изменения в архитектурно-градостроительном пространстве: разработку экотроп, создание площадок для туристического показа, демонстрацию историко-культурного и природного потенциала. Для планирования и оптимизации качества архитектурно-градостроительной среды сельских поселений, необходимо учитывать представленные принципы (доступность, безопасность, экологичность, сценарность, информативность) и подходы (территориально-планировочный, социологический, комплексный, функциональный), выявленные на основе опыта тосканской области. Архитектурно-градостроительная среда сельского туризма формируется за счет архитектурного, конструктивного, экологического, а также информационно-коммуникативного наполнения экотроп.

Список библиографических ссылок

1. Уланов Д. А. Туризм на сельских территориях: опыт, проблемы, перспективы // Молодой ученый. 2013. № 6. С. 455–459.
2. Ледовских Е. Ю., Моралев Н. В., Дроздов А. В. Экологический туризм на пути в Россию. Принципы, рекомендации, российский и зарубежный опыт. Тула, 2002. 284 с.
3. Экотуризм развивается быстрее других направлений // Pro Hotel. URL: <http://www.prohotel.ru/news-164272/0> (дата обращения: 25.10.2018).
4. Мироненко Н. С., Твердохлебов И. Т. Рекреационная география. М. : Издательство Московского ун-та, 1981. 230 с.
5. Экологический туризм на пути в Россию. Принципы, рекомендации, российский и зарубежный опыт. Тула, 2002. 105 с.
6. Твердохлебов И. Т. Проблемы рекреационного районирования. Проблемы рекреационного районирования // Acta Universitatis Carolinae. Geographica, Praha. 1983. № 1. 303 с.
7. Фахрутдинова И. А., Сайфуллина А. Ф. Опыт успешного развития экологического поселения «Нью Враджа Дхама» // Архитектура и строительство России. 2014. С. 24–33.
8. EU ecolabel celebrates the premiere world ecolabel day. URL: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel> (дата обращения: 25.10.2018).
9. Концепция устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 г. URL: <https://pandia.ru/text/80/164/32784.php> (дата обращения: 25.10.2018).
10. Ломакин И. А., Попова Е. И. Экотропа как средство формирования экологической культуры и рационального природопользования // Успехи современного естествознания. 2016. № 11-1. С. 146–150.
11. Seballos-Lascurain H. Tourism, Ecotourism, and Protected areas // Gland. 1996. № 6. 301 с.
12. Абрамова И. В., Бойко В. И. Экологические туры: разработка и продвижение. Минск, 2011. 114 с.
13. Тропа любви. URL: <https://travel.rambler.ru/guide/europe/italy/poi/50982/> (дата обращения: 25.10.2018).
14. Hiking the Path of the Gods (And the Amalfi Coast on a Budget). URL: <https://www.neverendingvoyage.com/path-of-the-gods-hike-amalfi-coast-budget/> (дата обращения: 09.01.2019).

15. Memoria d'Italia. URL: https://www.moya-planeta.ru/reports/view/memoria_d039italia_ligurijskoe_pyatizemele_22253/ (дата обращения: 09.01.2019).

Minyazova Aliya Bulatovna

architect

E-mail: aliya120894@yandex.ru

LLC «Project Artel of Angelica Melentieva»

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Kalinin st., 48, of. 317

Aidarova Galina Nikolaevna

doctor of architecture, professor

E-mail: aidagalnik@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Approaches and principles of the formation of the architectural and urban planning environment of rural ecotourism in Tuscany

Abstract

Problem statement. The purpose of the research is to identify the principles and approaches to the formation of eco-tourism in the settlements in Tuscany.

Results. The main results of the research consist in the presented approaches (territorial planning, sociological, complex, functional), the revealed principles (accessibility, safety, environmental friendliness, scenarism, informativeness) of the organization of the architectural and urban planning environment of Tuscany ecotourism.

Conclusions. The significance of the results obtained for architectural theory and practice consists in the possibility of using the matrix in further studies of the architectural environment of rural ecotourism in Russia, in solving practical issues of forming a new typology of elements of the architectural and urban planning environment of rural ecotourism.

Keywords: approaches and principles of the formation of the architectural and urban planning environment of rural ecotourism, the ecological framework, the matrix of elements of the rural ecotourism infrastructure.

References

1. Ulanov D. A. Tourism in rural areas: experience, problems, prospects // Young scientist. 2013. № 6. P. 455–459.
2. Ledovskikh E. Y., Moralev N. V., Drozdov A. V. Ecological tourism on the way to Russia. Principles, recommendations, Russian and foreign experience. Tula, 2002. 284 p.
3. Ecotourism develops faster than other areas // Pro Hotel. URL: <http://www.prohotel.ru/news-164272/0> (reference date: 10.25.2018).
4. Mironenko N. S., Tverdokhlebov I. T. Recreational geography. Tutorial. M. : MGU, 1981. 230 p.
5. Ecological tourism on the way to Russia. Principles, recommendations, Russian and foreign experience. Tula, 2002. 105 p.
6. Tverdokhlebov I. T. Problems of recreational zoning. Problems of recreational zoning // Acta Universitatis Carolinae. Geographica, Praha. 1983. № 1. 303 p.
7. Fakhrutdinova I. A., Saifullina A. F. Experience of the all-round development of the ecological settlement «New Vraja Dhama» // Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii. 2014. P. 24–33.
8. EU ecolabel celebrates the premiere world ecolabel day. URL: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/> (reference date: 10.25.2018).
9. The concept of sustainable development of rural areas of the Russian Federation for the period up to 2020. URL: <https://pandia.ru/text/80/164/32784.php> (reference date: 10.25.2018).

10. Lomakin I. A., Popova E. I. Ecotrail as a means of forming ecological culture and rational nature management // *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*. 2016. № 11-1. P. 146–150.
11. Ceballos-Lascurain H. *Tourism, Ecotourism, and Protected areas* // Gland : IUCN. 1996. № 6. 301 p.
12. Abramova I. V., Boyko V. I. *Ecological tours: development and promotion*. Minsk, 2011. 114 p.
13. The path of love. URL: <https://travel.rambler.ru/guide/europe/italy/poi/50982/> (reference date: 10.25.2018).
14. Hiking the Path of the Gods (And the Amalfi Coast on a Budget). URL: <https://www.neverendingvoyage.com/path-of-the-gods-hike-amalfi-coast-budget/> (reference date: 09.01.2019).
15. Memoria d'Italia. URL: https://www.moya-planeta.ru/reports/view/memoria_d039italia_ligurijskoe_pyatizemele_22253/ (reference date: 09.01.2019).

УДК 711.01/.09

Мухитов Ринат Киямович

кандидат архитектуры, доцент

E-mail: mukhitov@list.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Мулагалева Зульфия Равиловна

архитектор

E-mail: zul1322@mail.ru

KRK Group

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Тази Гиззата, д. 3

Формирование градостроительного облика Забулачья г. Казани под влиянием железной дороги

Аннотация

Постановка задачи. Казанская железная дорога представляет собой инженерно-транспортный объект в системе городской среды, который обладает исторической и культурной ценностью. Целью исследования является изучение истории появления железной дороги в Казани и ее влияния на формирование градостроительного облика Забулачья (района исторического центра города).

Результаты. В результате исследования было определено, что железная дорога в Казани в ее современном облике появилась не одновременно, а складывалась этапами. Она имела большое как негативное, так и положительное влияние на город и Забулачье в разные периоды времени. Выявлен процесс формирования Привокзальной площади.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в изменении подхода к оценке влияния железной дороги и вокзалов на город. Раскрытие ценности железной дороги, как фактора, значительно повлиявшего на формирование градостроительного облика города.

Ключевые слова: привокзальная площадь, история Московско-Казанской железной дороги, железнодорожный вокзал в Казани, история Забулачья.

Введение

Забулачье – это часть Вахитовского района Казани, которая в дореволюционное время называлась Второй. Она находится в западной стороне от протоки Булак. В свое время представляла собой торговый район с большим количеством рынков и купеческих усадеб, чему способствовало удачное расположение между двух рек, по которым в город прибывали купцы со своими товарами, а, впоследствии, появление там железной дороги и железнодорожного вокзала.

Казань издревле считалась торговым городом, точкой, в которой соприкасались Восток и Запад. Купцы со всего мира стекались в Казань, прибывая по реке Волге, которая протекала в нескольких километрах от города, однако играла колоссальное влияние в экономическом и торговом развитии города. С развитием промышленности в стране роль транспортных артерий начали занимать железные дороги, и наличие такой в Казани являлось необходимым условием для ее дальнейшего развития и процветания.

Железная дорога всегда воспринималась лишь как инженерно-транспортный объект, однако она имеет и культурную, историческую ценность. В ней отражены технологические достижения своего времени, исторические процессы, происходившие в государстве, а также архитектурные стили, бывшие в то время на пике популярности. В них были возведены станции и вокзалы, а также другие сооружения, относящиеся к железным дорогам.

В советские годы территории, принадлежащие железным дорогам, использовались исключительно в транспортных целях, игнорируя при этом потребности города. Это привело к тому, что к концу XX века сложилась ситуация, в которой железная дорога, находящаяся внутри города, оказалась исключенной из его общей инфраструктуры.

История появления железной дороги в Казани

Железные дороги в России начинают появляться с первой половины XIX в. Их бурное развитие вызвано ростом промышленности после отмены крепостного права. Строительство железных дорог являлось дорогостоящим мероприятием. Правительство неспособно было взять на себя расходы по строительству дорог по всей стране, поэтому вскоре строительство перешло в руки частных компаний [1].

Для Российской Империи с ее огромными территориями строительство железных дорог являлось стратегически важной задачей. Гужевого транспорт не справлялся с, необходимыми для промышленного производства, постоянно растущими объемами транспортируемых грузов и был крайне медленным, а водное передвижение было ограничено в половину года.

Основная промышленность в Российской Империи была сосредоточена в Москве и Санкт-Петербурге, однако эти города не имели своих сырьевых и топливных источников, и были вынуждены привозить их из отдаленных регионов страны: Украины, Урала, Кавказа и других [2].

Проблемы были и с сельским хозяйством. Большие территории плодородных земель Сибири и Зауралья производили много зерна, но доставка хлеба в другие территории страны была очень дорогой.

Первая железная дорога в России появляется в 1837 г. от Санкт-Петербурга до Павловска. Затем в 1851 г. открывается Николаевская железная дорога, соединившая Санкт-Петербург с Москвой. Это была первая в России двухпутная дорога. За десять лет до ее открытия комитет министров при обсуждении проекта посчитал постройку железной дороги экономически не целесообразной, однако император Николай I выступил за ее строительство.

Строительство линии из Москвы в Коломну началось в 1860 г. и окончилось в 1862 г. Деньги на строительство выделило, существовавшее тогда частное дворянское общество, ликвидировавшееся после окончания работ.

Строительство дороги из Коломны в Рязань началось в 1863 г. на деньги общества Московско-Рязанской железной дороги. Это общество в ходе строительства стало получать большую выгоду, благодаря богатой лесной, животноводческой, огородной и зерновой продукции, доставляемой из Рязани в Москву.

Большие трудности в строительстве дороги в Рязань появились при необходимости строить мост через реку Оку. Первоначально был построен временный мост, который впоследствии был заменен на мост для гужевого и железнодорожного транспорта. Таким образом, окончательно линия Коломна-Рязань была открыта в 1864 г.

После ее появления возник вопрос о выборе дальнейшего направления строительства железных дорог. Существовали различные варианты, и строительство дороги в Казань был одним из них. В 70-е годы XIX века стоял выбор между тремя вариантами направления железной дороги: северным, которое проходило севернее Казани, средним, которое проходило через Нижний Новгород в Казань и Пермь, и южным, которое проходило южнее Казани на Самару и Уфу. Среднее направление было утверждено в 1875 году Императором Александром II, однако, из-за войны 1877-1878 годов, начало строительства было отложено. К этому вопросу вновь вернулись в 80-е годы, но в этот раз направление строительства железной дороги в Казань было пересмотрено. Несмотря на активную борьбу членов особого «земского железнодорожного комитета» за Казанское направление железной дороги, кабинет министров вынес решение о строительстве железной дороги на Самару, Уфу и Златоуст. Однако казанские чиновники не оставили своих попыток добиться прокладки железной дороги в Казань и стали ходатайствовать о включении Казани в сеть железных дорог в каком бы то ни было направлении.

В 1890 году в Санкт-Петербург было отправлено ходатайство о скорейшем сооружении железной дороги в Казань, на что был получен ответ о намерении строить дорогу от Рязани. Однако решение это было компромиссным, так как строительство моста через Волгу было отложено на неизвестный срок. Обязательство на себя взяло общество московско-рязанской дороги и переименовало себя в общество «московско-казанской железной дороги». В 1893 году открывается движение на пути Москва-Свияжск, а в 1894 году движение от станции Зеленый Дол до Казани (рис. 1).

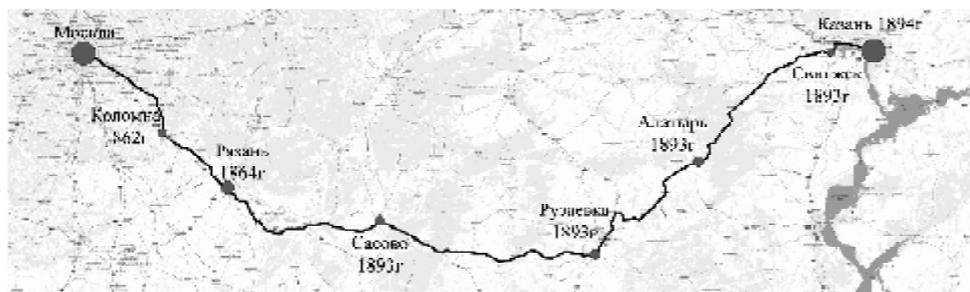


Рис. 1. Схема Московско-Казанской железной дороги (иллюстрация авторов)

Отказ от строительства железнодорожного моста объяснялся не только большой затратностью этого мероприятия, но и большой экономической выгодой для Московско-Рязанского железнодорожного общества от его отсутствия, т.к. оно получало большие дополнительные доходы за транспортировку людей и грузов. Но такая переправа была опасной. Строительство моста долгое время откладывалось и, под давлением государственной Думы, было наконец реализовано в 1913 году. Проект, в результате конкурса, осуществил российский профессор Н.А. Белелюбский¹, известный мостовик своего времени.

Облик Казани до появления в ней железной дороги

Казань – город, построенный на холмах, в месте, где Казанка впадает в Волгу. Этот город всегда был центром торговли между Востоком и Западом, благодаря своему удачному географическому расположению. Через город проходили такие торговые пути как Шелковый путь, Великий Волжский путь и другие.

Долгое время город состоял из крепости, посада и слобод, расположенных с восточной, юго-восточной и южной сторон от посадских стен. Уже в средневековье Казань являлась довольно крупным и развитым европейским городом. Население города в национальном плане, после середины XVI века, было представлено в основном русскими и татарами [3]. Градостроительный образ Казани формируется водными артериями: рекой Казанкой, находящейся с севера от города, протокой Булак и озером Нижний Кабан, которые расположены внутри города, и Волгой, которая в половодье доходит до города, и находится с западной стороны. Забулачная часть Казани была насыщена большим количеством озер и болот, которые возникали из-за, поднимающегося во время разлива каждый год, уровня вод Волги, тем самым затопляя все, находящиеся на нижней террасе города, жилые районы [4].

Во вторую половину XVIII века город начинает обретать регулярную планировку благодаря Кафтыревскому плану², составленному в 1768 году. В это время происходит засыпка многих озер и болот, что благоприятно сказывается на санитарных условиях города.

В западной части Казани, на территории Забулачья, находились Ямская и Мокрая слободы, в которых селилось самое нищее население города. Забулачье в первой половине XVIII века ограничивалось протокой Булак на северо-востоке и заливными лугами и болотами на юго-западе. Во время весеннего разлива слободы превращались в островки, к которым необходимо было строить мосты и дамбы. Известно название одной существовавшей ранее дамбы – Полянской, она вела в Ново-Татарскую слободу, сейчас это часть улицы Татарстан [5]. С юго-запада территория регулярно подтоплялась из-за поднимающегося уровня Волги, поэтому строительство дальше на запад не продолжалось. Сама Волга находилась на значительном расстоянии от города и в градостроительном плане на него не влияла (рис. 2).

¹Николай Аполлонович Белелюбский (1 марта 1845-4 августа 1922) – русский инженер и учёный в области строительной механики и мостостроения.

²Василий Иванович Кафтырев (1730-е гг.-2 октября 1807) – первый профессиональный казанский архитектор. Представитель русского барокко.

В 1768 году составил первый регулярный (генеральный) план Казани. Этот план послужил основой для последующего казанского градостроительства.

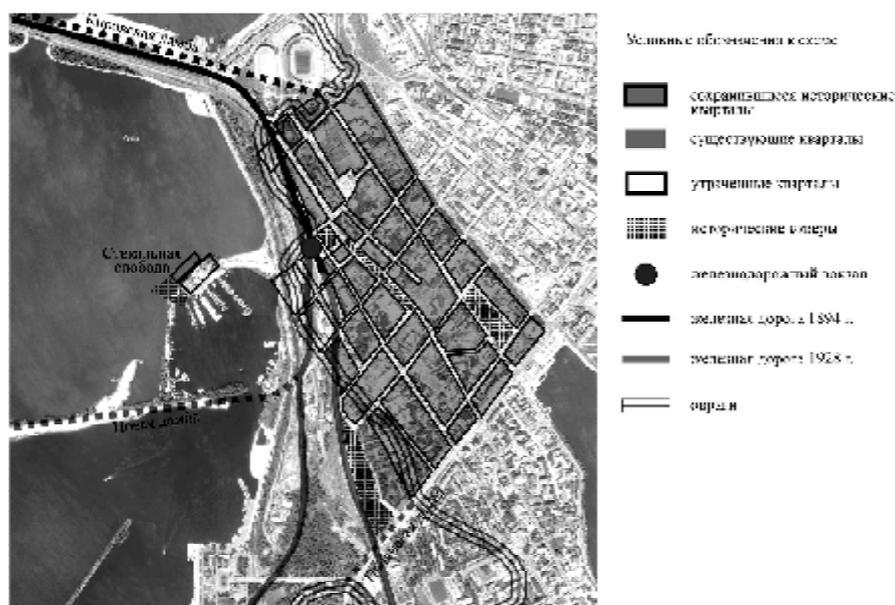


Рис. 2. Схема изменения застройки в Забулачье после появления железной дороги (иллюстрация авторов)

В конце XIX века, после строительства мостов через Булак, четкое очертание получили три больших района города: посад, Забулачье и Заречье.

Забулачье – район, находящийся на нижней террасе города. Долгое время состоял преимущественно из деревянных строений. Типичный дом казанского жителя не слишком отличался от домов деревенских, был одноэтажным, трехкамерным, включал в себя избу, сени и клеть, и выходил на улицу тремя окнами. Сам дом был окружен забором, за которым находилось свое хозяйство. К середине XIX столетия стали появляться двухэтажные дома с каменными фундаментами.

В административном плане Забулачье являлось 2-ой частью города, в ней находилась вторая пожарная и полицейская части. В свое время тут находилось семь православных храмов и три мечети. До наших дней сохранились только мечети, Тихвинская церковь и церковь Московских Чудотворцев.

Забулачье было центром казанской торговли. Купцы имели торговые отношения не только с соседними губерниями, но и с другими странами – Китаем, Персией, Бухарой и Хивой. Товар привозился в Казань по Волге, затем по Булаку доставлялся в город. Там же и появились торговые площади: Рыбнорядская, Сенной базар, Толкучий рынок и другие.

С восточной стороны Забулачья находилась Ямская слобода, она появилась в середине XVI века. Самым знаковым для этой слободы сооружением являлась Троицкая церковь, построенная в 1722 году и ныне утраченная.

Второй слободой в Забулачье являлась Мокрая слобода, она находилась севернее Ямской слободы и была в два раза меньше. Первые упоминания об этой слободе появляются в середине XVII века. В ней жило самое нищее население города. Этот район всегда был не самым благоприятным – окруженный болотами, озерами и городскими свалками, являлся источником многих болезней. К тому же жители этой слободы не были чистоплотными, поэтому условия проживания здесь становились еще более пагубными.

В 1870-1871 годах в Мокрой слободе появляются две общественные бани, построенные на деньги купца И.Н. Соболева. Также в слободе находились две площади – Мокрая и Мочальная. В этой слободе находилась Ильинская церковь, построенная в середине XVIII века, также как и в Ямской слободе (ныне утрачена) [6].

С западной стороны от Ямской слободы на возвышении (ныне является полуостровом) находится Прилуцкий молитвенный храм. Он построен к 1809 году старообрядческим обществом по просьбе купца В.А. Савинова. Молитвенный храм был построен по подобию московского Преображенского богадельного дома.

Из Забулачья существовала дорога, ведущая в Адмиралтейскую слободу, – это была дамба через р. Казанку. Строительство началось в 1842 году по указу губернатора Сергея Шипова и окончилось 1849 году. Благодаря этой дороге Адмиралтейская слобода стала частью Казани. Дамба имела несколько мостов над мелкими протоками, крупнейшей из которых была Ичка. Во время весеннего разлива она ежегодно подмывалась и иногда затапливалась, поэтому требовала постоянных затрат на обслуживание. До строительства Куйбышевского водохранилища в XX веке русло Казанки проходило через Адмиралтейскую слободу и восточнее дамбы, а р. Казанка доходила до города только в периоды весенних разливов. В конце XIX века появляется Новая дамба, которая вела из Ямской слободы к речному порту, находящемуся у старого русла Волги.

У города был и второй порт, он находился в Адмиралтейской слободе, и им пользовались во время разлива.

Исторический внешний облик Забулачья можно увидеть на различных изображениях панорамы города. Расположенный на нижней террасе города, этот район оказывался на первом плане для всех, проплывающих мимо города по Волге. Одним из самых известных изображений панорамы Казани является работа Эдварда Турнерелли «Вид всей Казани во время разлива». Из этого изображения видно, что во время весеннего разлива, вода вплотную подступала к жилой застройке и посадским стенам. Основная застройка у берега реки – одно- и двухэтажные дома с двускатными кровлями. Если говорить о силуэте района, то можно отметить, что в нем большое количество изящных вытянутых башен церквей и мечетей, которые сильно выделяются на фоне рядовой застройки.

Казань с железной дорогой и ее современный облик

В 1894 г. в Казани появляется железная дорога, которая занимает окраинное положение в городе и является тупиковой. В это же время появляется трамвайный маршрут, проходящий по улице Московской.

Железная дорога приходит в Казань с западной стороны. Еще не имея моста через Волгу, ей предстояло пересечь расстояние от Адмиралтейской слободы до города по низменной подтопляемой территории, для чего необходимо было построить мост и дамбу. Первоначально на это строительство не хотели выделять средств, поэтому было предложено построить железнодорожный вокзал не в самом городе, а в одной из его западных слобод. Однако администрация Казани выделила 300 тысяч рублей для того, чтобы правление железной дороги пошло на все издержки и построило вокзал ближе к центру города.

Железная дорога пришла на территорию расположения нынешнего вокзала кратчайшим путем. Для ее строительства были снесены самые запущенные и бедные кварталы Мокрой и Ямской слобод. Снос обошелся в огромную сумму, однако это благотворно отразилось на обстановке в Казани, так как снесенные кварталы были источником криминала и антисанитарии.

Вокзал и его площадь проектировались в чистом поле, как это часто бывало при строительстве вокзалов в других городах. Их принято было строить на окраине города, куда городская застройка еще не дошла. Это позволяло в некоторых случаях формировать архитектуру застройки, окружающей площадь, в едином ключе, создавая ансамбль. Так было с площадью трех вокзалов в Москве и площадью Восстания в Санкт-Петербурге. Однако казанский вариант от этих двух случаев отличается.

Площадь железнодорожного вокзала в Казани в конце XIX века была окружена жилой застройкой и, кроме здания вокзала, не имеет ценных архитектурных объектов. Сама площадь небольшая, трапециевидной в плане формы, засажена деревьями (рис. 3).

Вокзал – значимый для города стратегический инфраструктурный объект, выполняющий функцию «ворот города». Зачастую городские железнодорожные вокзалы отражают наивысшие достижения в технологиях, инженерии и конструировании, существовавшие на момент его создания. Это первый архитектурный объект, который видит любой приезжий, поэтому в его архитектурный облик вкладывается много ресурсов.

В конце XIX века в Российской Империи все вокзалы делились на 4 класса. Вокзалы первых двух классов строились в Санкт-Петербурге, Москве и губернских городах. Для проектирования вокзалов первого класса проводились архитектурные конкурсы, для остальных существовали типовые проекты.

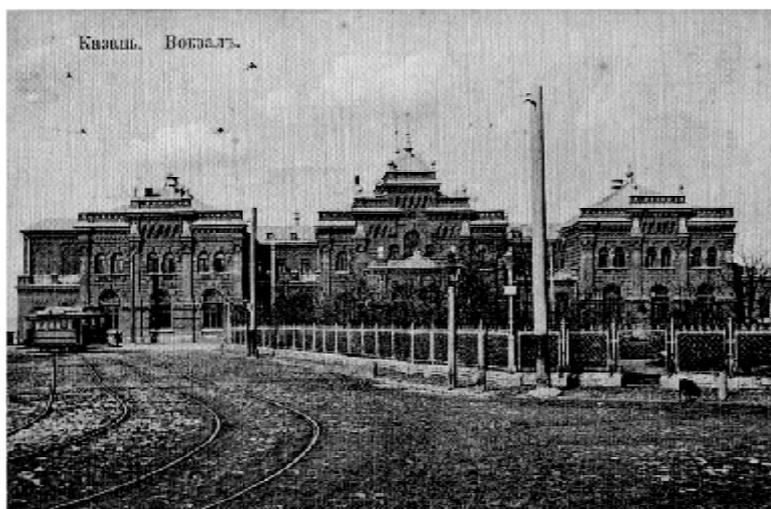


Рис. 3. Железнодорожный вокзал станции Казань. Фотография конца XIX века (из электронного архива) [7]

Железнодорожный вокзал в Казани был построен по проекту архитектора Генриха Руша, который выиграл конкурс. Существуют чертежи двух вариантов облика вокзала, но на них нет подписи самого архитектора, что может вызывать сомнения в авторстве Руша. Однако, если приглядеться к отдельным деталям здания вокзала, можно заметить архитектурные элементы, которые присутствуют и на других объектах, спроектированных Генрихом Рушем, это может являться косвенным свидетельством того, что здание спроектировал именно он.

Общая структура здания вокзала в Казани продиктована требованиями к функциональному наполнению всех российских вокзалов такого уровня. Вокзал первого класса при симметричной планировке должен был содержать вестибюль с главным входом посередине, павильоны для ожидания, служебные помещения и кассы по бокам. Вокзал являлся уменьшенной версией общества того времени, поэтому залы ожидания первых и вторых классов отделялись от залов низших классов.

На внешний облик вокзалов в Российской Империи влияло несколько параметров. Одним из таких параметров было стремление строить вокзалы одной ветки по единому замыслу. Так, например, вокзалы западного направления железной дороги строились асимметричными, северного направления – симметричными, восточного направления – тоже строились симметричными, но имели свои особенности (они были более простыми в архитектурном плане, с одним, двумя или тремя ризалитами, в зависимости от значения станции). В плане строительных материалов было принято использовать кирпич и дерево. Обязательными деталями для каждого вокзала являлось размещение флага и часов.

Главной особенностью вокзалов, построенных по индивидуальным проектам, являлось то, что архитекторы в облике здания стремились отразить характерные особенности города, в котором он находится. Вместе с уникальным «почерком» автора все это создавало объект, не имеющий аналогов, ни на что не похожий.

Если внешний облик вокзала являлся сферой символов и аллюзий, то планировка отражала его техническую сторону. Существовала типология вокзалов по их расположению относительно железнодорожных путей. Самый распространенный тип – береговой, в нем вокзал и дорога были параллельны друг другу. Железная дорога в таком случае зачастую является транзитной. Для тупиковых путей существует три типа: торцевой, «Г»-образный и «П»-образный, а также комбинированные типы [8]. Тупиковый вокзал наиболее удобен для пассажиров, так как платформы примыкают к зданию вокзала, поэтому пассажирам не нужно пересекать пути и пользоваться дополнительными сооружениями в виде лестниц и переходов.

По данной типологии железнодорожный вокзал в Казани относится к береговому типу. В плане вокзал симметричный, двухэтажный с тремя ризалитами. Казань находится в восточном направлении от Москвы, поэтому вокзал обладает характерными для этой

ветки чертами. В экстерьере он относительно прост, не имеет вычурных излишеств. Свое положение облик вокзала также отражает в лепных узорах, на которых изображены гербы семи губерний, через которые проходит Московско-Казанская железная дорога: Московская, Рязанская, Тамбовская, Пензенская, Симбирская, Вятская и Казанская.

Появление железнодорожного вокзала положительно отразилось на территории Забулачья. Вокзал был престижным общественным объектом, гордостью города. В отличие от вокзала, железная дорога не сильно затронула центральную часть города. В центральной части города она занимает непродолжительный участок, где ранее была снесена застройка, поэтому влияния на градостроительные условия города не оказывает.

Так было до строительства следующего участка железной дороги, которое произошло в 1928 году. Трассировка этой дороги появилась еще на карте 1926 года и тогда почти не затронула городскую застройку. Железная дорога прошла между Старо-Татарской и Ново-Татарской слободами, затем по южным окраинам города и далее – в направлении Свердловска (ныне Екатеринбург). Таким образом, железная дорога в Казани перестала быть тупиковой линией. Примерно в то же время появилась и железная дорога к старому речному порту, которая прошла по Новой дамбе. В это время все еще существуют, затапливаемые в половодье, участки с двух сторон от Полянкой дамбы, они частично заболочены, частично используются для сельскохозяйственных нужд. Для них же использовались и территории за железной дорогой. Территория вблизи заболоченных участков была застроена деревянными домами.

В то время из-за отсутствия четких берегов Волги и небольшой разницы в высотных отметках не было возможности и необходимости строить защитные набережные. Прибрежная территория не несла эстетической функции.

В 1955-1957 годах было построено Куйбышевское водохранилище. Строительству самой плотины предшествовала масштабная разработка проектов и переселение с затопляемых районов, а также строительство инженерных систем. В Казани были построены защитные дамбы вдоль берега и железной дороги, а также дренажные системы. Именно в это время город оказывается полностью отрезанным от Волги.

С тех пор в сфере инженерных систем территория Забулачья не менялась, однако менялась застройка. В 60-е годы жилые участки с деревянными домами в южной части Забулачья по улицам Заводской и Крайней были снесены, появилась улица Карима Тинчурина, здесь были построены пятиэтажные панельные жилые дома. Между улицей Карима Тинчурина и железной дорогой появился сад Молодоженов.

Изменениям подверглась и привокзальная площадь. Привокзальная площадь в таком виде, в каком мы ее знаем, сформировалась только во второй половине XX века. Важным преобразованием стало расширение площади почти в 2 раза за счет сноса целого квартала. Изменился и масштаб застройки вокруг площади, раньше это были небольшие участки жилых домов, теперь это крупные административные здания, относящиеся в основном к различным подразделениям РЖД. Среди них здание Пригородного вокзала, которое было построено в советские годы, когда появилось пригородное сообщение, а также здание почтовых отправлений и других служб железной дороги. В районе вокзала появились гостиницы и торговые объекты, а сама площадь превратилась в большой транспортно-пересадочный узел [9].

К проходившей в Казани Универсиаде в 2013 году была произведена реновация территории. Было реконструировано здание пригородного вокзала с целью создания современного транспортного узла, появилась галерея, проходящая над железнодорожными путями, со спусками к ним. Была перестроена привокзальная площадь, на ее месте появилась подземная парковка, а сама площадь стала более современной и благоустроенной (рис. 4).

Нежилая западная часть Забулачья – территория, по которой проходит железная дорога, принадлежит РЖД, она пролегает широкой полосой вдоль берега и представляет собой промышленную зону. Это самый большой участок, занимаемый РЖД, в городе. Помимо железной дороги там расположено значительное количество хозяйственных корпусов, остальная территория никак не используется.



Рис. 4. Привокзальная площадь станции Казань. Фотография после 2013 года [10]

Примыкающие к железной дороге кварталы застроены складами и вспомогательными сооружениями, в целом, застройка там деградированная. Соседствующие кварталы сильно запущены, пустующее пространство занимают парковки, историческая застройка соседствует с развалинами, огороженными забором, вся новая застройка происходит в основном ближе к протоке Булак.

В таком виде территория Забулачья предстает перед нами в конце XX и начале XXI века. На сегодняшний день существует большое количество проектов реновации, определяющих вектор дальнейшего развития территории. Они начали разрабатываться еще с советских времен. Однако многие из этих работ не удовлетворяют тем условиям, которые выдвигает сложившаяся градостроительная ситуация. Поэтому вопрос о том, как будет выглядеть Забулачье, на данный момент, является открытым.

Заключение

Железная дорога играла очень важную роль в развитии экономики и промышленности многих стран, однако сегодня ее принято рассматривать, в том числе, и с точки зрения культурного и исторического наследия. Для России с ее территориями железные дороги – это особенная ценность. Каждая железная дорога в России – это результат большой кропотливой работы по ее проектированию и строительству. Их появлению предшествовали многочисленные споры, исследования и расчеты. Решались вопросы о том, где и как должны проходить железные дороги. Потребовалось вложение колоссальных ресурсов, и это было совершенно оправдано. И на сегодняшний момент мы можем видеть результат этой масштабной деятельности.

Казанская железная дорога – одно из таких наследий. Она отражает в себе политические и исторические процессы, происходившие в государстве, по ней можно судить об инженерных и архитектурных достижениях своего времени. В Казани железная дорога формировалась этапами, среди которых можно выделить:

1. 1894 г. – появление железной дороги в Казани;
2. 1896 г. – строительство железнодорожного вокзала;
3. 1913 г. – строительство железнодорожного моста через Волгу;
4. 1928 г. – строительство железной дороги из Казани в Екатеринбург;
5. 2013 г. – реновация привокзальной территории.

Это отразилось на формировании территории Забулачья. С момента строительства железнодорожного вокзала территория начинает развиваться: появляются гостиницы, рестораны, скверы, городской транспорт, освещение улиц, улучшаются гигиенические условия. Так было до строительства дороги на Свердловск и Куйбышевского водохранилища. Эти два значительных изменения градостроительных условий привели к полной оторванности Забулачья от берега Волги, а, впоследствии, и всего города, и без,

необходимой в таких условиях, реновации территория начала деградировать. Со временем территория железной дороги увеличилась, а защитные системы не были предусмотрены. Все это привело к тому, что территория Забулачья, в примыкающей к железной дороге части, стала непривлекательной и запущенной. В районе мало зеленых насаждений, а памятники архитектуры без надлежащего присмотра разрушаются. Возможность спуститься к берегу сильно ограничена: попасть туда можно только преодолев железнодорожные пути по старому бетонному переходу и дамбу по запущенной лестнице.

Таким образом, привлекательная некогда, территория без должного ухода и развития потеряла свой престижный облик. Однако у Забулачья по-прежнему очень большой потенциал, и если в скорейшем времени вернуться к вопросу о ее реновации, территорию еще можно будет восстановить, сохранив дух места и культурно-историческую ценность.

Список библиографических ссылок

1. Сетон-Уотсон Х. The Decline of Imperial Russia, 1855-1914. L. : Methuen, 1964. 406 с.
2. Хейвуд Э. Engineer of Revolutionary Russia: Iurii V. Lomonosov (1876-1952) and the Railways. L. : Routledge, 2016. 454 с.
3. Остерхаммель Ю. The Transformation of the World: A Global History of the Nineteenth Century. Принстон : Princeton University Press, 2014. 1169 с.
4. Монастырский С. Иллюстрированный спутник по Волге. Историко-статистический очерк и справочный указатель. Казань, 1884. 512 с.
5. ЭтоМесто // etomesto.ru : электронный архив. URL: <http://www.etomesto.ru> (дата обращения: 08.12.2018).
6. Бикбулатов Р. Х., Мустафин Р. А. Казань и её слободы. Казань : Заман, 2016. 208 с.
7. Retro View of Mankind's Habitat // pastvu.com : электронный архив. 2018 URL: <https://pastvu.com> (дата обращения: 19.11.2018).
8. Овчинникова Е. А. Типология железнодорожных вокзалов // Мир транспорта. 2012. № 4 (42). С. 130–135.
9. Хайруллина Ю. С. Модернизация железнодорожных узлов на примере казанских ТПУ. Качественные изменения и новые пути развития // Градостроительство. 2014. № 1 (29). С. 58–62.
10. Красивая Казань // zen.yandex.ru : личный профиль. 2018. URL: <https://zen.yandex.ru/media/gelio/krasivaia-kazan-5ad5b8415991d3f666c3bf70> (дата обращения: 09.12.2018).

Mukhitov Rinat Kiyamovich

candidate of architecture, associate professor

E-mail: mukhitov@list.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Mulagaleeva Zulfiya Ravilevna

architect

E-mail: zul1322@mail.ru

KRK Group

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Tazi Gizzata st., 3

Forming the architectural image of Zabulachye district in Kazan under the influence of the railroad

Abstract

Problem statement. Kazan Railway is an engineering and transport facility with historical and cultural value. The purpose of the article is to study the history of the appearance of the

railway in Kazan and its influence on the formation of the town-planning appearance of Zabulachye (a district of the historical center of the city).

Results. As a result of the study, it was determined that the railway in Kazan was not formed into its modern shape during one contiguous process, but instead this process took many different stages with different directions. It had both negative and positive impact on city and Zabulachia during different times. The process of forming station square was revealed.

Conclusions. The architectural significance of the results obtained consists in changing the approach to assessing the influence of the railway and railway stations on the city. The results disclosed the value of the railway as a factor that significantly influenced the formation of the town-planning appearance of the city.

Keywords: station square, history of the Moscow-Kazan railway, the railway station in Kazan, Zabulach'ye's history.

References

1. Seton-Watson H. The Decline of Imperial Russia, 1855-1914. L. : Methuen, 1964. 406 p.
2. Heywood A. Engineer of Revolutionary Russia: Iurii V. Lomonosov (1876-1952) and the Railways. L. : Routledge, 2016. 454 p.
3. Osterhammel J. The Transformation of the World: A Global History of the Nineteenth Century. Princeton : Princeton University Press, 2014. 1169 p.
4. Monastyrsky S. Illustrated satellite along the Volga. Historical statistical essay and reference index. Kazan, 1884. 512 p.
5. ThisPlace // etomesto.ru : electronic archive. URL: <http://www.etomesto.ru> (reference date: 08.12.2018).
6. Bikbulatov R. K., Mustafin R. A. Kazan and its settlements. Kazan : Zaman, 2016. 208 p.
7. Retro View of Mankind's Habitat // pastvu.com : electronic archive. 2018 URL: <https://pastvu.com> (reference date: 19.11.2018).
8. Ovchinnikova E. A. Typology of railway stations // Mir transporta. 2012. № 4 (42). P. 130–135.
9. Khairullina Y. S. Modernization of railway junctions on the example of Kazan TCN. Qualitative changes and new ways of development // Gradostroitel'stvo. 2014. № 1 (29). P. 58–62.
10. Beautiful Kazan // zen.yandex.ru: personal profile. 2018. URL: <https://zen.yandex.ru/media/gelio/krasivaia-kazan-5ad5b8415991d3f666c3bf70> (reference date: 09.12.2018).



УДК 69.024.81

Кузнецов Иван Леонидович

доктор технических наук, профессор

E-mail: kuz377@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Гайнетдинов Ришат Габдулхаевич

инженер-конструктор

E-mail: rishat.gajnetdinov@bk.ru

ООО «Акведук»

Адрес организации: 420097, Россия, г. Казань, ул. Заслонова, д. 5

Центральный узел верхнего пояса стропильной фермы из стержней холодногнутого профиля

Аннотация

Постановка задачи. При проектировании стропильных ферм из холодногнутого профиля используется болтовое крепление в узлах, соединяющих ее элементы с листовыми фасонками. Данное соединение центрального узла верхнего пояса приводит к снижению его прочности, жесткости из плоскости. В существующих решениях сделаны выводы о данных узловых соединениях, а именно показана их прочность, деформативность и усиление, что рационально при проектировании ферм из тонкостенных холодногнутого элементов.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в разработке конструктивного решения узла соединения и определении его напряженно-деформированного состояния по результатам расчета в программном комплексе «Solidworks».

Выводы. Значимость полученных результатов исследования для строительной отрасли состоит в том, что проведенные расчеты позволят судить о работе соединенных элементов верхнего пояса. Предложенное конструктивное исполнение фасонки может найти применение при изготовлении стропильных ферм покрытия.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, стропильный узел фермы, соединительная фасонка, тонкостенный профиль, ферма покрытия.

Введение

В последнее время в строительстве активно используются оцинкованные холодногнутые профили [1-4]. Эти профили имеют разное поперечное сечение, толщина которых находится в пределах до 5 мм. Их широкое применение связано, прежде всего, с доступностью изготовления и реализацией различных конструкций, удовлетворяющих требования потребителя. В частности, тонкостенные профили нашли применение при производстве различных несущих конструкций. Среди них особый интерес представляют конструкции ферм покрытий [5-8]. При этом данные фермы изготавливаются различных пролетов. Однако при больших пролетах – более 15 м, возникают проблемы их деформативности и обеспечения требуемой несущей способности. Причиной существующих проблем является принятые соединения стержней тонкостенных холодногнутого элементов.

На сегодняшний день существуют следующие виды соединений тонкостенных холодногнутого элементов, из которых собирается ферма: при помощи фасонки из листовой стали и бесфасонное на самонарезающих винтах. Соединение элементов в данном случае выполняется при помощи листовой фасонки. Листовая фасонка и элементы ферм скрепляются болтовыми соединениями [9-13]. Применение болтового соединения в отличие от сварного технологично при изготовлении и транспортировке, однако при эксплуатации фермы не обеспечиваются требования деформативности и несущей способности.

Так как несущие конструкции из тонкостенных холодногнутого профилей на рынке строительства появились относительно недавно, то возникает необходимость

исследования напряженно-деформированного состояния элементов, узлов их соединений, а также требуется разработка конструктивных мер по устранению выше указанных недостатков.

Центральный узел верхнего пояса изготовленной стропильной фермы пролетом 24 м

Центральный узел фермы пролетом 24 м выполнен с уклоном, элементы верхнего пояса соединены по длине на болтах М16 класса прочности 5,6 в два ряда в общем количестве 44 шт. на фасонках толщиной 16 мм из стали класса С245 (рис. 1). Фасонка изготавливается из черной стали, которая проходит цинкование. Стержни фермы из оцинкованных холодногнутых профилей из стали класса С350. Сечения элементов указаны в таблице.

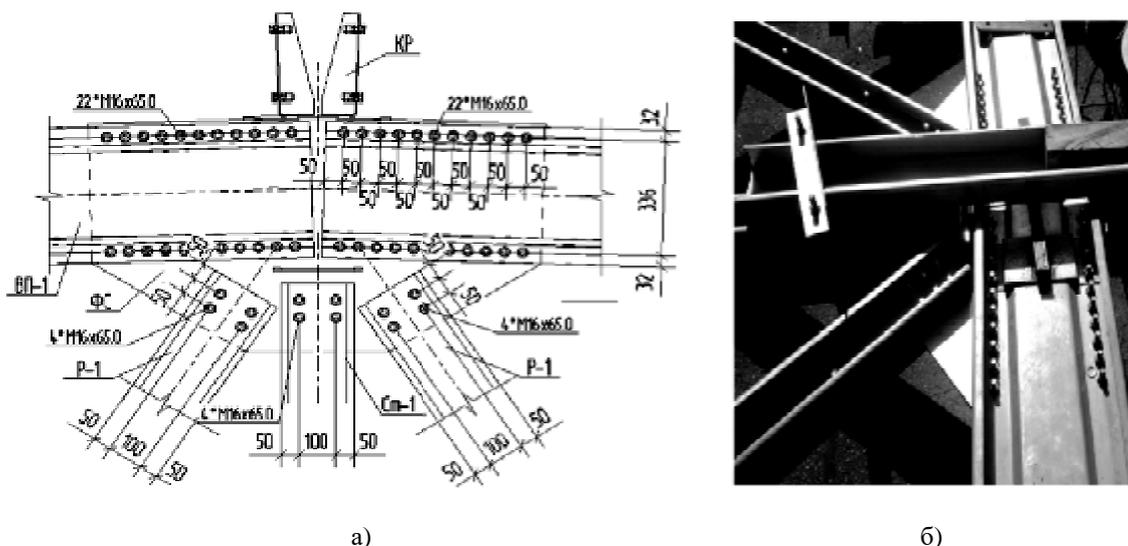


Рис. 1. Стропильный узел фермы пролетом 24 м (иллюстрация авторов):
 а) проектное выполнение центрального узла верхнего пояса фермы;
 б) обеспечение устойчивости узла из плоскости в процессе испытания:
 ВП-1 – элементы пояса, ФС – фасонная деталь, Р-1 – элементы раскоса,
 Ст – элементы стойки, КР – кронштейн для крепления прогонов

Таблица

Сечения элементов узла

Наименование элемента фермы	Сечение	Марка сечения	Характеристики одиночного сечения, мм
Верхний пояс ВП-1		2АСГ 400-100-30-4,0	H=400 B=100 t=4,0 C=30
Раскос Р5-Р8, стойка Ст1-Ст5		2АС-200-80-20-3,0	H=200 B=80 t=3,0 C=20

Верхний пояс фермы выполнен из профиля, указанного в таблице. В этом профиле, для обеспечения устойчивости стенки, реализована плоская выпуклость внутрь. Поэтому, при соединении двух элементов, их примыкание к листовой фасонке осуществляется только по краям. Исходя из этого узловое соединение выполнено из двух рядов болтов, что не отвечает требованиям норм СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II -23-81», а именно расстоянию между рядами.

При испытании данной фермы, центральный узел верхнего пояса, который изображен на (рис. 1а), показал, что при нагрузке меньше расчетной произошла потеря его устойчивости из плоскости. Это случилось за счет примыкания под углом в этом узле двух сечений верхнего пояса и их соединения болтами к листовой фасонке. Поэтому, для обеспечения устойчивости фермы, этот узел конструктивно был усилен (рис. 1б). Однако данное усиление возможно только при испытании, но не при эксплуатации и монтаже данной фермы.

Модель и расчет узла в программном комплексе

Построение модели узла выполнялось в программном комплексе «Solidworks», как сборка отдельных конструктивных ее элементов. Также определялась жесткость из плоскости фермы в рассматриваемом узле (рис. 2-3).

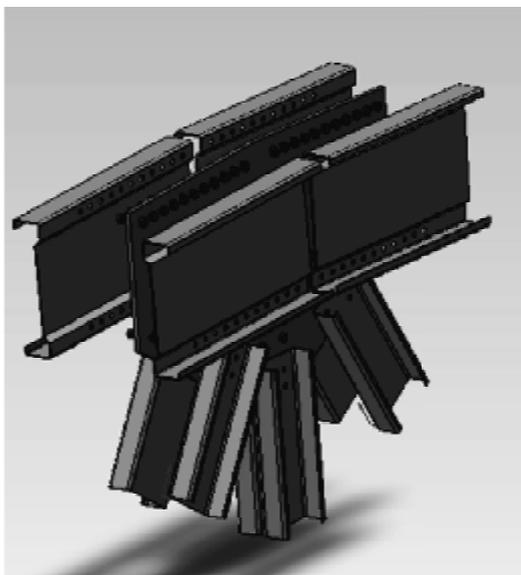


Рис. 2. Сборка узла (иллюстрация авторов)

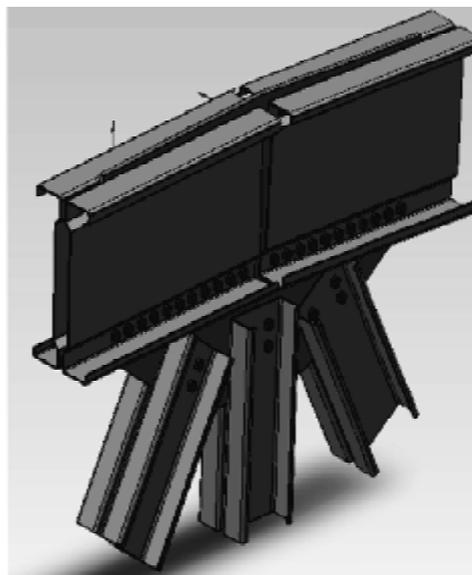


Рис. 3. Модель узла (иллюстрация авторов)

Для определения НДС в элементах узла использовался расчетный программный комплекс «Solidworks Simulation». Расчетная сжимающая нагрузка на верхний пояс определена из статического расчета фермы и составляет 104,3 т. Нагрузка прикладывалась, как равномерно распределенная по всему сечению верхнего пояса. Условия закрепления была принята, как фиксированная геометрия элементов узла. Метизы и материалы сборки модели задавались из библиотеки программного комплекса, исходя из существующего проектного решения. Контакт компонентов узла задавался, как связанный (глобальный контакт). Разбиения на сетки конечного элемента выполнялось на основе кривизны узла. Задача решалась в физической и геометрической нелинейной постановке (рис. 4-5).

По результатам расчета видно, что максимальное напряжение возникает в сечении верхнего пояса узла и составляет $\sigma=305,1 \frac{H}{мм^2}$. Каждый болт, по итогам исследования, воспринимает нагрузку 4,11 т, при этом минимальная несущая способность болта на срез составляет 8,4 т. Также, по результатам расчета в программном комплексе, были определены перемещения элементов узлов верхнего пояса стропильной фермы. Максимальное перемещение возникает в верхнем поясе узла и равно 0,7 мм, отмечается деформация элементов полки.

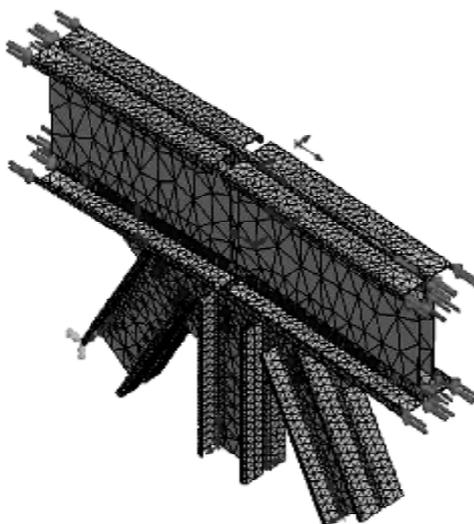


Рис. 4. Конечно-элементная модель узла (иллюстрация авторов)

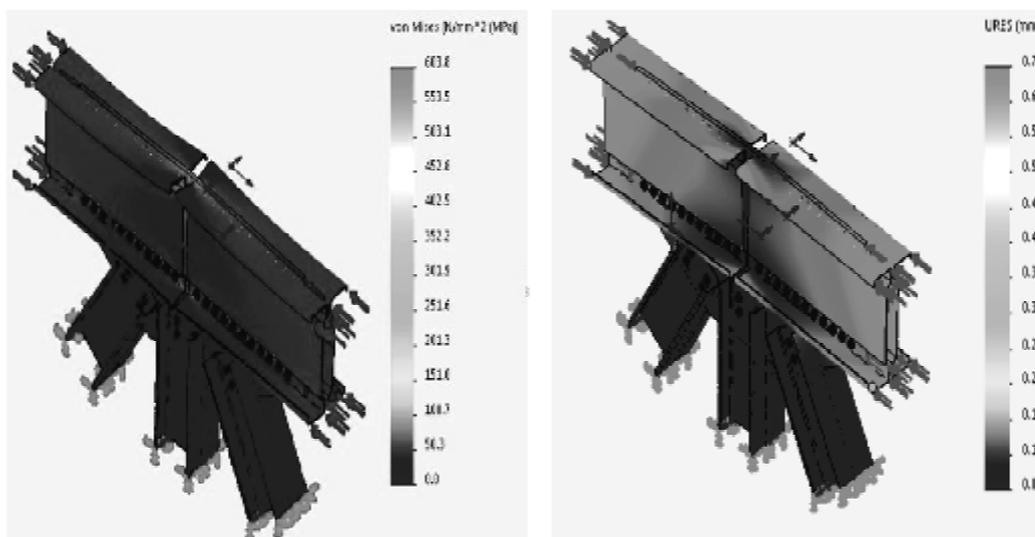


Рис. 5. НДС центрального узла верхнего пояса (иллюстрация авторов)

Для обеспечения требуемой жесткости узла из плоскости определены моменты сопротивления. Момент сопротивления верхнего пояса, состоящего из двух элементов (табл.) $W_{y1}=107,43 \text{ см}^3$, толщина листовой фасонки – 16 мм, $W_{y2}=0,68 \text{ см}^3$. Это означает, что при $W_{y1} > W_{y2}$ жесткость и устойчивость узла из плоскости в процессе монтажа и ее эксплуатации не будет обеспечена. Данное выполнение этого узла требует дальнейшего рассмотрения и разработки нового конструктивного исполнения.

Конструктивное изменение соединительной фасонки

С учетом расчета жесткости центрального узла верхнего пояса и анализа напряженного-деформированного состояния предлагается выполнить соединительную фасонку двутаврового сечения и исключить из узла центральную стойку, так как напряжения в ней не значительны (рис. 6а).

Двутавровая фасонка представляет собой приварку верхней и нижней полки листовой стали к существующей. Ширина полок $b=216$ мм, определялась исходя из размеров сечения верхнего пояса, толщина $t=16$ мм, длина L принята по размеру проектной фасонки. Момент сопротивления фасонки двутаврового сечения $W_{y3}=251,13 \text{ см}^3 > W_{y1}$, из этого следует, что устойчивость и жесткость центрального узла верхнего пояса из плоскости обеспечивается, что важно при монтаже и эксплуатации фермы.

Также возможно решение двутавровой фасонки в виде (рис. 6б), где высота ее диктуется исходя из сечения верхнего пояса фермы. Для того чтобы выполнить $e_x \rightarrow 0$, то есть уменьшить эксцентриситет в плоскости фермы, можно уточнить место установки и параметры сечения нижней полки двутавровой фасонки. Это позволит приблизить центр тяжести сечения верхнего пояса и фасонки.

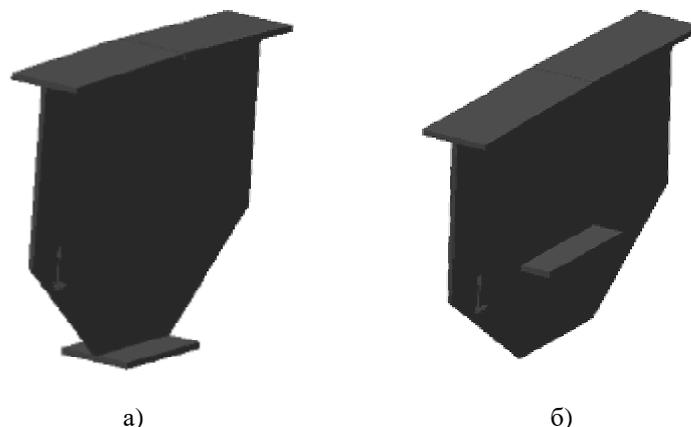


Рис. 6. Фасонка двутаврового сечения (кронштейны крепления для прогонов не показаны) (иллюстрация авторов)

Модернизированный центральный узел верхнего пояса представлен на (рис. 7).

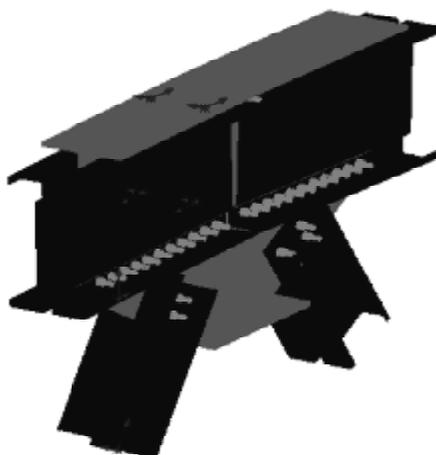


Рис. 7. Модернизированный центральный узел верхнего пояса фермы (иллюстрация авторов)

Заключение

По результатам расчета в программном комплексе и проведенного испытания фермы можно сделать следующие выводы:

1. Центральный узел, рассмотренной стропильной фермы, должен быть выполнен из фасонки двутаврового сечения, которая обеспечивает устойчивость и пространственную жесткость при эксплуатации и монтаже фермы.

2. При выполнении крепления пояса к узловой фасонке можно перейти на несколько рядов болтов, что позволит сократить размеры фасонки. Это будет рассмотрено авторами и дано в следующей статье.

3. Полученные результаты исследования центрального узла верхнего пояса фермы предлагается рассмотреть совместно со статьей Кузнецова И.Л., Салахутдинова М.А. и Гайнетдинова Р. Г. «Стенд и результаты испытания фермы пролетом 24 м со стержнями из оцинкованных холодногнутох профилей», опубликованной в научном журнале «Известия КГАСУ» № 4 в 2018 году.

Список библиографических ссылок

1. Айрумян Э. Л. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутой стальной оцинкованной профилей ООО «Балт-Профиль». М., 2004. 70 с.
2. Тулина Я. Е. Применение холодногнутой оцинкованной профилей для быстровозводимых зданий : сб. ст. VIII Международной научно-практической конференции «Научные исследования: от теории к практике». Том 1. 2016. С. 284–288.
3. Семенов В. С. Быстро возводимые малоэтажные здания из легких стальных тонкостенных конструкций // Вестник КРСУ. 2007. № 6. С. 61–68.
4. Ghersi A., Landolfo R., Mazzolani F. M. Design of metallic cold-formed thin-walled members // Spon Press, Taylor & Francis Group, New York. 2002. 198 p.
5. Зверев В. В., Семенов А. С. Влияние податливости болтовых соединений на деформативность фермы из тонкостенных гнутых профилей // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2008. № 2 (10). С. 9–7.
6. Белый Г. И., Айрумян Э. Л. Исследования работы стальной фермы из холодногнутой профилей с учётом их местной и общей устойчивости // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 5. С. 41–44.
7. Предотвращение аварий зданий и сооружений // ПАМАГ.RU : ежедн. интернет-изд. 2009. URL: <http://prevdis.ru/naturnye-ispytaniya-stopilnoj-fermy-iz-tonkostennyh-holodnognutyh-profilej.html> (дата обращения: 15.09.2018).
8. Колесов А. И., Лапшин А. А., Ямбаев И. А., Морозов Д. А. Опытное исследование стальных ферм из тонкостенных холодногнутой профилей на самонарезающих винтах // Приволжский научный журнал. 2013. № 4 (28). С. 15–19.
9. Ведяков И. И., Одесский П. Д., Соловьев Д. В. Несущая способность болтовых соединений легких конструкций из холодногнутой профилей малых толщин // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 3. С. 19–22.
10. Кузнецов И. Л., Фахрутдинов Р. Р., Рамазанов Р. Р. Результаты экспериментальных исследований работы соединений тонкостенных элементов на сдвиг // Вестник МГСУ. 2016. № 12. С. 34–43.
11. Кунин Ю. С., Колесов А. И., Ямбаев М. А., Морозов Д. А. Усиление и расчет стальных конструкций из тонкостенных холодногнутой профилей с учетом податливости узловых соединений // Вестник МГСУ. 2012. № 11. С. 74–81.
12. Жидков К. К., Зверев В. В., Семенов А. С., Стуканев Ю. Л. Повышение несущей способности узловых соединений конструктивных элементов ферм // Академический Вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2015. № 4. С. 88–90.
13. Wallace James A., Schuster R. M., La Boubé R. A. Testing of bolted cold-formed steel connections in bearing (with and without washers) // Final report by Canadian Cold Formed Steel Research Group, Department of Civil Engineering, University of Waterloo. Ontario, Canada. 2001. 33 p.

Kuznetsov Ivan Leonidovich

doctor of technical sciences, professor

E-mail: kuz377@mail.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Gainetdinov Rishat Gabdulhaevich

design engineer

E-mail: rishat.gajnetdinov@bk.ru**LLC «Akveduk»**

The organization address: 420097, Russia, Kazan, Zaslonovala st., 5

The central node of the upper belt truss from rods cold-formed profile

Abstract

Problem statement. When designing trusses from cold-formed profiles, bolting is used in the nodes connecting its elements with sheet gussets. This connection of the central node of the upper belt leads to a decrease in its strength, rigidity out of the plane. The existing solutions have drawn conclusions about these nodal joints, namely, their strength, deformability and reinforcement are shown, which is rational when designing trusses from thin-walled cold-formed elements.

Results. The main results of the research consist in the development of a constructive solution to the joint node and the determination of its stress-strain state as calculated in the «Solidworks» software package.

Conclusions. The significance of the research results for the construction industry is that the calculations made will allow to judge the work of the connected elements of the upper belt. The proposed design of the gusset can be used in the manufacture of roof trusses of the coating.

Keywords: the stress-strain state, the truss node, in the truss connection fasone, thin profile, truss coverage.

References

1. Ayrumyan E. L. Recommendations for designing, manufacturing and assembling the structures of carcass of low-rise buildings and mansards from cold-bent steel zinc-plated profiles of LLC Balt-Profile. M., 2004. 70 p.
2. Tulina Y. E. Application of cold-formed galvanized profiles for pre-fabricated buildings : col. of art. VIII International Scientific and Practical Conference «Scientific Research: From Theory to Practice». Volume 1. 2016. P. 284–288.
3. Semenov V. S. Quickly erected low-rise buildings from the lungs steel thin-walled constructions // Vestnik KRSU. 2007. № 6. P. 61–68.
4. Ghersi A., Landolfo R., Mazzolani F. M. Design of metallic cold-formed thin-walled members // Spon Press, Taylor & Francis Group, New York. 2002. 198 p.
5. Zverev V. V., Semenov A. S. Influence of bolted connections compliance on deformability of girder made from slender roll-formed sections // Nauchnyy vestnik. Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura. 2008. № 2 (10). P. 9–17.
6. Belyy G. I., Ayrumyan E. L. Investigations of the work of a steel truss from cold-formed profiles taking into account their local and general stability // Promyshlennoye grazhdanskoye stroitel'tvo. 2010. № 5. P. 41–44.
7. Preventing accidents of buildings and structures // PAMAG.RU : daily. internet-edit. 2010. URL: <http://prevdis.ru/naturnye-ispytaniya-stropilnoj-fermy-iz-tonkostennyh-holodnognutyh-profilej.html> (reference date: 15.09.2018).
8. Kolesov A. I., Lapshin A. A., Yambaev I. A., Morozov D. A. Experimental study of steel trusses from thin-walled cold-formed profiles on self-tapping screws // Privolzhskiy nauchnyy zhurnal. 2013. № 4 (28). P. 15–19.
9. Vedyakov I. I., Odesskiy P. D., Solov'yev D. V. Bearing capacity of bolted connections of light structures from cold-formed profiles of small thicknesses // Promyshlennoye grazhdanskoye stroitel'tvo. 2010. № 3. P. 19–22.
10. Kuznetsov I. L., Fakhrutdinov A. E., Ramazanov R. R. Results of experimental research for shear strain of connections of thin-walled elements // Vestnik MGSU. 2016. № 12. P. 34–43.
11. Kunin Yu. S., Kolesov A. I., Yambaev I. A., Morozov D. A. Strengthening and analysis of steel structures made of thin-walled cold-bent profiles with account for the yield of joint connections // Vestnik MGSU. 2012. № 11. P. 74–81.
12. Zhidkov K. E., Zverev V. V., Semenov A. S., Stukanov Y. L. Increasing of the load bearing capacity of the nodal connections of structural elements of the trusses made // Vestnik URALNIIPROEKT RAASN. 2015. № 4. P. 88–90.
13. Wallace James A., Schuster R. M., La Boube R. A. Testing of bolted cold-formed steel connections in bearing (with and without washers) // Final report by Canadian Cold Formed Steel Research Group, Department of Civil Engineering, University of Waterloo. Ontario, Canada. 2001. 33 p.

УДК 69.032.21

Миронова Юлия Викторовна

кандидат технических наук, доцент

E-mail: yul.mironova2018@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Габдрахманова Лейсан Мунировна

инженер производственно-технического отдела

E-mail: gleysanm@gmail.ru

ООО «ТСИ»

Адрес организации: 420044, Россия, г. Казань, ул. Енисейская, д. 3а

Ветровые воздействия на существующие малоэтажные здания при размещении высотных и многоэтажных зданий в сложившейся застройке

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – моделирование ветровых потоков, для определения максимальных аэродинамических ветровых воздействий на высотные и многоэтажные здания и окружающую их застройку, совершенствование выражения по определению максимальной ветровой нагрузки в зависимости от высотности зданий и расстояния до них.

Результаты. На основании результатов численных экспериментов по моделированию распределения ветровых потоков в виртуальной аэродинамической трубе, для существующей малоэтажной застройки предложен повышающий коэффициент в выражение по определению ветровой нагрузки в зависимости от высоты многоэтажного здания и расстояния до него.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что эти результаты могут быть использованы при определении ветровых нагрузок при реконструкции малоэтажных зданий и их поверочных расчетах при размещении многоэтажных и высотных зданий в существующей застройке. Предложенный повышающий коэффициент рекомендуется учитывать при определении среднего значения ветровой нагрузки.

Ключевые слова: многоэтажное здание, высотное здание, малоэтажные здания, ветровой поток, аэродинамические колебания, максимальная скорость ветра, ветровая нагрузка, реконструкция пятиэтажных зданий, численное моделирование, виртуальная аэродинамическая труба.

Введение

Многоэтажные и высотные здания – основной тип зданий при застройке городов. Оптимальным является возведение отдельно расположенных комплексов таких зданий, но это не всегда возможно, поэтому достаточно часто точечные многоэтажные и высотные административные и жилые здания размещают в условиях существующей малоэтажной застройки, которая, как правило, представлена «хрущевками». Такие дома, высотой 4 или 5 этажей получили широкое распространение благодаря высокой скорости возведения и решению жилищных проблем граждан. На сегодняшний день практически все плоские крыши «хрущевок» реконструированы в скатные. С точки зрения распределения и изменения ветровых воздействий и нагрузок такое соседство вносит свои коррективы в напряженно-деформированное состояние существующих зданий, обладающих определенной степенью износа и наличием множества дефектов, полученных в ходе эксплуатации.

Основная горизонтальная нагрузка, которая действует на высотное здание – ветровая. Наиболее важным фактором, с точки зрения обеспечения устойчивости и комфортности нахождения человека на высоких или последних этажах, является оказание несущей системой сопротивления ветровым нагрузкам. При увеличении высоты здания ветровые нагрузки увеличиваются, в дополнение к статическим возникают

аэроупругие динамические колебания, значение которых может часто доминировать [1-3]. Существующие нормативные документы и методики не в полной мере отражают специфику учета ветровых воздействий на высотные и многоэтажные здания, прежде всего, в условиях их компактного расположения, даются рекомендации по уточнению значений ветрового давления путем проведения испытаний в аэродинамической трубе, что достаточно дорого и не всегда возможно [4-7]. С другой стороны, какие-либо рекомендации по реконструкции, усилению, обследованию близлежащих зданий и уточнению значений ветровой нагрузки на их элементы нормами не приводятся. При этом, воздействующий на высотные здания, ветер будет создавать дополнительные аэродинамические колебания, такие как бафтинг, флаттер, галопирование, резонансное вихревое возбуждение, в том числе и на существующую малоэтажную застройку.

Наличие препятствий на пути ветрового воздействия в виде многоэтажной застройки приводит к повышению эффекта проветривания и способствует образованию застойных явлений, так называемой «ветровой тени», что приводит к дискомфорту людей в пешеходных зонах, испытывающих на себе высокие скорости ветра и образованные им завихрения. Анализ, учет, влияние и перераспределение ветровых потоков с учетом реальной застройки является малоизученной и сложной задачей. При воздействии ветра на боковую поверхность здания ему передается ветровое давление. При этом в общем случае наветренная сторона здания испытывает растяжение, а подветренная сторона – сжатие, следовательно, горизонтальная ветровая нагрузка вызывает изгиб высотного здания по консольной схеме.

В соответствии с нормативными документами, величина ветровой нагрузки определяется скоростью ветра, плотностью воздушного потока, типом местности, высотой здания, его конфигурацией, климатическими особенностями района строительства. При решении расчетных и проектных задач, касающихся зданий сложных форм и задач, связанных с определением действующих нагрузок на реконструируемые или модернизируемые здания сложившейся застройки, затруднения вызывает определение аэродинамических коэффициентов, для случаев, которые не предусмотрены нормами.

Воздействие ветра на здания и сооружения и обратное влияние городской застройки на ветровые потоки – это взаимозависимый процесс. Несмотря на то, что атмосфера является турбулентной средой, подверженной воздействию многочисленных внешних факторов, влияние рельефа, как препятствия, постоянно действующего на поток, считается одинаковым. Высокие препятствия в виде зданий деформируют воздушный поток, его направление и скорость, тем самым становясь причиной возникновения аэродинамических колебаний и механических воздействий, поэтому важно уметь прогнозировать какие изменения претерпевает ветер в условиях застройки и места, где появятся повышенные скорости ветра. Выделяют четыре типа возмущений воздушного потока над препятствием: ламинарное течение, течение стоячего вихря, волновое движение потока и течение ротора. К основным аэроупругим явлениям, рекомендуемым к расчету нормативными документами, относят флаттер и бафтинг, как наиболее часто возникающие. Однако в отношении воздействий на конструкции необходимо рассматривать вихревое возбуждение, галопирование поперек воздушного потока, дивергенцию и параметрический резонанс. Все эти воздействия являются недопустимыми для несущих систем зданий.

Для зданий и сооружений сложной формы рекомендуется аэродинамические коэффициенты определять путем испытаний в аэродинамической трубе, что является достаточно точным, но дорогостоящим мероприятием. Определение ветровых воздействий, исходя из опыта проектирования зданий малой и средней высотности, невозможно, так как рассматриваются в основном простые формы, вследствие чего методики на этой основе становятся неприменимы. Однако необходимая информация о распределении ветровых нагрузок на высотные сооружения сложной конфигурации и окружающую их застройку вполне адекватно может быть получена с помощью методов математического (компьютерного) моделирования [4-5, 8-9], что также отражено в работе Куприянова В.Н., Альтапова С.Р. по моделированию ветровых воздействий изменением формы здания.

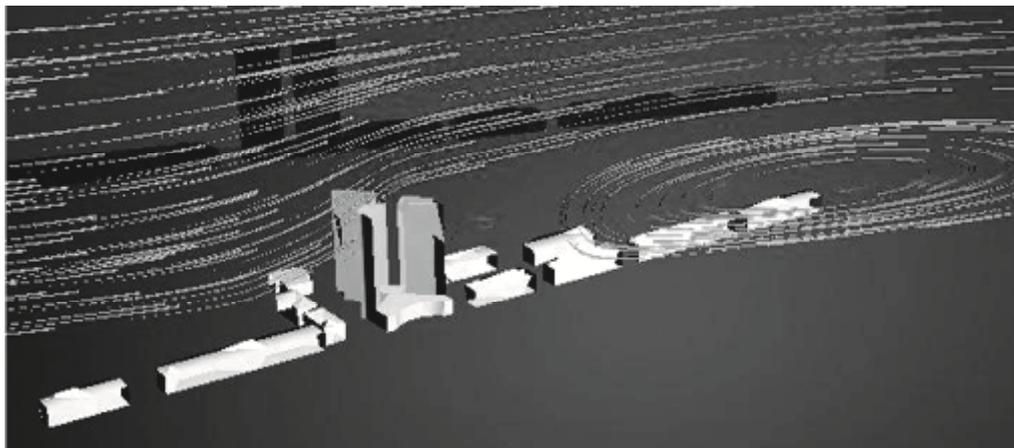
Для уточнения характера распределения ветровых потоков, определения максимальных аэродинамических воздействий на здания повышенной этажности и

окружающую их застройку были проведены численное исследование в программе моделирования виртуальной аэродинамической трубы для визуализации воздушного потока – Autodesk «Flow Design» и анализ изменения ветрового давления в зависимости от направления ветровой нагрузки и ее значений. Построение модели для продувки выполнено в программном комплексе для моделирования трехмерных объектов – SketchUp. Аналогичные исследования проводились Фабричной К.А., Абдрахимовой Н.С., Альтаповым С.Р. при моделировании каркаса здания с учетом податливости узлов сопряжения при ветровых воздействиях.

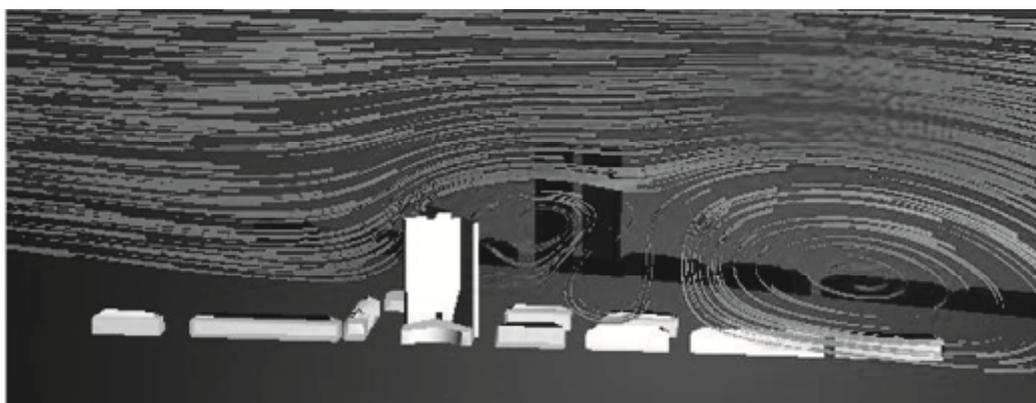
Численное моделирование аэродинамических воздействий на существующую застройку

В качестве объекта исследования рассмотрена существующая застройка на улице Павлухина, г. Казани и жилой комплекс «Золотая подкова», состоящий из трех 23-х этажных башен, высотой 77,5 м. Существующая застройка представлена пятиэтажными зданиями серии 1-446С, построенными с 1958 по 1964 год, с замененной при реконструкции плоской кровлей на скатную.

Рассмотрено влияние ветра на комплекс зданий и его влияние на распределение ветровых потоков на окружающую застройку. Рассматривались максимальная скорость и давление при расчетной ветровой нагрузке по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» и при ураганной нагрузке, определенной по статистическим данным.



а)



б)

Рис. 1. Распределение ветровых потоков на существующую застройку при возведении многоэтажных и высотных зданий:
а) при высоте 77,5 м; б) при высоте 100 м (иллюстрация авторов)

Направление ветра было принято в соответствии с розой ветров и рассматривалось в наиболее характерных направлениях. Для выявления максимально неблагоприятных ветровых воздействий на существующие малоэтажные здания в зависимости от высоты возводимых зданий, застройка была смоделирована на высоту 77,5, 85, 100 и 120 метров.

При высоте здания 77,5 метров наблюдается течение стоячего вихря, возникающего при средних значениях ветра. На подветренной стороне здания образуется вихрь, практически параллельный земле, за зданием образуется область ветровой тени. Это область возникновения и интенсивного движения вихрей, оказывает давление на существующую малоэтажную застройку. При высоте 85 метров наблюдается волновое движение потока, возникающее при усиливающихся с высотой сильных ветрах, когда стационарный вихрь на подветренной стороне распадается на систему вихрей, оказывая еще большее давление на малоэтажную существующую застройку. При моделировании высотного здания на высоте 100 и 120 метров наблюдается течение ротора. Сильные ветры образуют завихрения на близком расстоянии как друг к другу, так и к препятствию, движение потоков становится неупорядоченным.

К опасным метеорологическим явлениям на территории Республики Татарстан относятся явления погоды, которые интенсивностью, продолжительностью и временем возникновения представляют угрозу безопасности людей, а также могут нанести значительный ущерб отраслям экономики. Перечень и критерии опасных явлений и климатических явлений утверждены приказом ФГБУ «УГМС Республики Татарстан» № 98 от 17.10.2014. Для определения возможных негативных воздействий на здания был выполнен расчет нормативного давления ветра, исходя из скорости урагана 25 м/с. Результаты определения максимальной скорости ветра приведены в табл. 1.

Таблица 1

Максимальные скорости ветра, м/с

Высота $h(z_0)$, м	15	20	30	40	50	60	77,5	80	90	100	120
V_{max} СП 20.13330	18,2	19,3	21,6	23,1	24,6	25,6	26,6	27,9	29,2	29,9	30,6
V_{max} «Flow design»	36,6	35,9	36,6	37,2	37,7	44,2	50,2	58,3	57,5	59,3	60,6
V_{max} Ураганная	29,3	30,1	32,5	35,4	37,5	39,5	42,0	42,9	43,3	44,2	46,3

С увеличением высоты, наблюдается повышение давления с надветренной стороны и увеличение вихревых потоков с подветренной стороны высотного здания, оказывающих воздействие не только на высотные здания, но и на малоэтажную существующую застройку [10]. При этом максимальная скорость ветра в аэродинамической трубе в 1,5-2 раза больше расчетной максимальной скорости ветра по СП. В результате расчетов получено, что воздействие ураганного ветра на существующую застройку, больше скорости ветра по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» примерно в 1,5 раза; при моделировании с учетом аэродинамики воздействия больше ураганной скорости ветра в 1,3 раза. На следующем этапе для выявления максимальных давлений моделировались ураганные ветровые воздействия в виртуальной аэродинамической трубе.

Распределение ветрового потока от высотных зданий на существующую малоэтажную застройку

В процессе эксплуатации зданий меняются не только техническое состояние конструктивных элементов ввиду появления дефектов и повреждений, но и нормативные и расчетные нагрузки на эти элементы, в частности, при изменении нормативно-правовой базы. При определении ветровых нагрузок на здания и сооружения используются статистические данные, на основании которых установлены значения этих нагрузок. Однако, в силу многих причин, эти данные меняются, и требования, которые использовались на момент проектирования и строительства зданий в прошлом столетии, не могут быть применены сегодня. В связи с увеличением нормативных нагрузок, восприятие их существующей несущей системой может быть различным, в частности, это может привести к перераспределению усилий в элементах и изменению напряженно-

деформированного состояния в целом [9]. Исходя из этого, в работе проведено сравнение ветрового давления по нормам 1962 года и действующему на сегодня СП, а также их сравнение с возможными неблагоприятными воздействиями и результатами продувки в виртуальной аэродинамической трубе, результаты представлены в табл. 2.

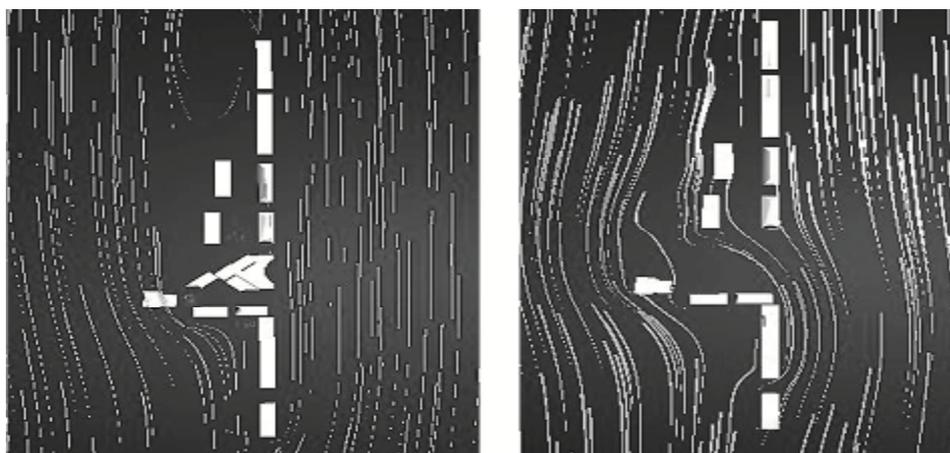
Таблица 2

Ветровое давление на существующее пятиэтажное здание

Н, м	СНиП П-А.11-62, кПа	СП 20.13330.2016, кПа	В результате эксперимента «Flow Design» с учетом многоэтажной застройки, кПа	В результате эксперимента «Flow Design» без многоэтажной застройки, кПа
2,70	0,21	0,26	0,28	0,083
5,40	0,225	0,26	0,28	0,098
8,10	0,225	0,26	0,33	0,11
10,80	0,23	0,27	0,37	0,13
13,50	0,25	0,29	0,42	0,15
17,50	0,27	0,33	0,46	0,17

Численным экспериментом установлено, что ветровое давление, при моделировании с учетом аэродинамики, в 1,8-2 раза больше ветрового давления, полученного по СНиП П-А.11-62 «Нагрузки и воздействия», действовавшего на момент строительства. Необходимо отметить, что до постройки многоэтажного комплекса, ветровое давление было приблизительно в 2 раза меньше и в 2,5 раза меньше, чем при моделировании с учетом аэродинамики.

Численное моделирование в программе «Flow Design» показало, что при воздействии ветра с боковой стороны воздушный поток направлен на стену и крышу здания, происходит завихрение потока по стене, затем поток частично устремляется вниз к фундаменту, частично поднимается вверх, ударяя в карниз крыши. Ветровой поток, попадающий на скат крыши, двигается по касательной к коньку кровли, поднимает спокойный воздух с подветренной стороны и движется от здания дальше. Получено, что одновременно возникают три силы – две касательные с наветренной стороны и подъемная сила, образующаяся от разности давлений воздуха, с подветренной стороны, которые могут привести к срыву и опрокидыванию. Под прямым углом к склону действует еще одна сила, оказывающая давление на скат крыши. В зависимости от угла наклона кровли, нормальные и касательные силы могут изменять свое значение. При большем наклоне нормальные силы имеют большее значение, при уменьшении угла увеличиваются касательные, которые способствуют увеличению подъемной силы с подветренной стороны.



а)

б)

Рис. 2. Распределение ветровых потоков:
а) с учетом многоэтажного здания; б) без многоэтажного здания (иллюстрация авторов)

Ветровое давление на малоэтажную застройку, в зависимости от высот рядом стоящих зданий, при моделировании застройки в аэродинамической трубе, при нормативном давлении в $w_0 = 0,3$ кПа составило: ветровое давление с учетом аэродинамики – 0,46 кПа; при ураганной скорости ветра $v = 25$ м/с, – 0,7 кПа; при ураганной скорости ветра, смоделированной в аэродинамической трубе – 1,2 кПа.

Необходимо отметить, что аэродинамическая неустойчивость вызывает дополнительные усилия в элементах существующих малоэтажных зданий, рассчитанных по нормам 1962 года, что может негативно сказаться на элементах кровли и несущей системы в целом. Расчет подъемной силы крыши, при воздействии ураганной скорости ветра на существующую застройку с учетом возведенных многоэтажных зданий, показал, что подъемная сила P , больше собственного веса крыши G , с разницей на 254,1 кН, что может привести к срыву крыши с пятиэтажных зданий при превышении ветровой нагрузки.

В результате моделирования в аэродинамической трубе ветровых воздействий, действующих на здания повышенной этажности и существующую застройку, полученное ветровое давление и максимальная скорость ветра примерно в 2 раза превышают значения, рассчитанные по СП 20.13330 «Нагрузки и воздействия»; наблюдаются срыв ветрового потока на рядом стоящие малоэтажные застройки, вызывающий вихревые возбуждения и аэродинамическую неустойчивость типа бафтинга; ветровая нагрузка на малоэтажное здание при моделировании, с учетом аэродинамики в 1,8-2 раза больше ветровой нагрузки по СНиП II-A. II-62 «Нагрузки и воздействия».

Таким образом, установлено, что возведение высотных и многоэтажных зданий в сложившейся застройке может негативно сказаться на существующих зданиях и их отдельных конструктивных элементах. Максимальная нагрузка на крышу пятиэтажного дома в рассматриваемом варианте жилого комплекса возникает при ураганном ветре, смоделированном с учетом реальных условий местоположения в аэродинамической трубе. Было определено, что ветровая нагрузка на малоэтажную застройку изменяется в зависимости от скорости ветрового воздействия и расстояния от высотного здания. В табл. 3 предложен повышающий коэффициент к расчетной ветровой нагрузке в зависимости от высоты здания и расстояния до него.

Таблица 3

Повышающий коэффициент $k_{v,max}$

Расстояние S , м	Высота здания H , м				
	75	85	100	110	120
-	75	85	100	110	120
10	-	-	-	-	-
30	-	-	-	1,1	1,21
50	-	-	1,2	1,28	1,41
70	-	1,0	1,27	1,5	1,72
100	1,1	1,17	1,47	1,75	2,02
120	1,14	1,224	1,55	1,83	2,13
150	1,22	1,33	1,67	1,99	2,29

По результатам исследования предлагается при расчете средней составляющей основной ветровой нагрузки w_m , ввести добавочный коэффициент $k_{v,max}$, для учета ураганного воздействия ветра в зависимости от высоты вновь возведенного здания и расстояния до него:

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c \cdot k_{v,max}, \quad (1)$$

где w_0 – нормативное значение ветрового давления;

$k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e ;

c – аэродинамический коэффициент;

$k_{v,max}$ – коэффициент при ураганном воздействии ветра, определяемый по табл. 3.

Заключение

Проведённые численные эксперименты по исследованию влияния высотных и многоэтажных зданий на существующую застройку при воздействии ветра доказали, что перераспределение ветровых потоков вызывает аэроупругие колебания и значительно повышает ветровое давление. Вследствие этого предлагается учитывать повышающий

коэффициент при определении ветровых нагрузок при поверочных расчетах и реконструкции малоэтажных зданий. Повышающий коэффициент зависит от высоты вновь возводимого здания и расстояния между ним и существующим. Значение средней составляющей ветровой нагрузки предлагается определять по выражению (1).

Список библиографических ссылок

1. Vikram M. B., Chandradhara G., Keerthi Gowda B. A study on effect of wind on the static and dynamic analysis // International Journal of Emerging Trends in Engineering and Development. 2014. Vol. 3. № 6. P. 885–890.
2. Ганин С. М., Гузеев А. С., Лебедев А. О., Короткин А. И., Пустошный А. В. О воздействии ветра на высотные монолитные здания // СтройПРОФИль. 2006. № 8 (32). С. 27–28.
3. Повзун А. О., Бузун Н. И., Зимин С. С. Ветровая нагрузка на здания и сооружения // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 3 (30). С. 70–78.
4. Sumukam Sai Charan Raj, Suraj Baraik, Dr. G Venkata Ramana Wind analysis of high-rise buildings using SAP2000 // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Vol. 9. № 8. P. 1083–1091.
5. Гутников В. А., Кирякин В. Ю., Лифанов И. К., Сетуха А. В. Математическое моделирование аэродинамики городской застройки. М. : Пасья, 2002. 244 с.
6. Aly A. M. Atmospheric boundary-layer simulation for the built environment: Past, present and future // Building and Environment. 2014. № 75. P. 206–221.
7. Гагарин В. Г., Гувернюк С. В. О достоверности компьютерных прогнозов при определении ветровых воздействий на здания и комплексы // Жилищное Строительство. 2014. № 7. С. 3–9.
8. Егорычев О. О., Чуринов П. С. Экспериментальное исследование ветровых нагрузок на высотные здания // Жилищное Строительство. 2015. № 6. С. 20–23.
9. Chen X., Kwon D. K., Kareem A. High-frequency force balance technique for tall buildings: a critical review and some new insights // Wind and Structures. 2014. Vol. 18. № 4. P. 391–422.
10. Шмелев Г. Н., Хайдаров Л. И. Натурный эксперимент по определению распределения давления в надкрышной зоне здания : сб. мат. X международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам / ПГТУ. Йошкар-Ола, 2015. Т. 2. С. 231–232.

Mironova Iuliya Viktorovna

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: yul.mironova2018@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Gabdrakhmanova Leysan Munirovna

engineer of production and technical department

E-mail: gleysanm@gmail.ru

LLC «TSI»

The organization address: 420044, Russia, Kazan, Eniseyskaya st., 3A

Wind impact on existing low-rise buildings when placing high-rise and multi-storey buildings in the existing buildings

Abstract

Problem statement. The aim of the study is to simulate wind flows, to determine the maximum aerodynamic wind effects on high – rise and multi-storey buildings and the surrounding buildings, to improve the expression to determine the maximum wind load depending on the height of buildings and the distance to them.

Results. Based on the results of numerical experiments to simulate the distribution of wind flows in a virtual wind tunnel for the existing low-rise buildings, an increasing coefficient in the expression for determining the wind load depending on the height of the multi-storey building and the distance to it is proposed.

Conclusions. The results can be used to determine wind loads in the reconstruction of low-rise buildings and their verification calculations when placing multi-storey and high-rise buildings in the existing buildings. The proposed increasing coefficient is recommended to be taken into account when determining the average value of the wind load.

Keywords: multi-storey building, high-rise building, low-rise buildings, wind flow, aerodynamic vibrations, maximum wind speed, wind load, reconstruction of five-storey buildings, numerical simulation, virtual wind tunnel.

References

1. Vikram M. B., Chandradhara G., Keerthi Gowda B. A study on effect of wind on the static and dynamic analysis // International Journal of Emerging Trends in Engineering and Development. 2014. Vol. 3. № 6. P. 885–890.
2. Ganin S. M., Guzeev, A. S., Lebedev A. A., Korotkin A. I., Pustoshny A. V. On the effect of wind on high-rise reinforced concrete building // StroyPROFIL. 2006. № 8 (32). P. 27–28.
3. Povzun A. O., Buzun N. I., Zimin S. S. Wind load on buildings and structures // Construction of unique buildings and structures. 2015. № 3 (30). P. 70–78.
4. Sumukam Sai Charan Raj, Suraj Baraik, Dr. G Venkata Ramana Wind analysis of high-rise buildings using SAP2000 // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Vol.9. № 8. P. 1083–1091.
5. Gutnik V. A., Karakin V. J., Lifanov I. K., Setukha A. V. Mathematical modeling of the aerodynamics of urban development. M. : Pasva, 2002. 244 p.
6. Aly A. M. Atmospheric boundary-layer simulation for the built environment: Past, present and future // Building and Environment. 2014. № 75. P. 206–221.
7. Gagarin V. G., Guvernyuk S. V. About the reliability of computer predictions in determining wind effects on buildings and complexes // Zhilishchnoye Stroitel'stvo. 2014. № 7. P. 3–9.
8. Egorychev O. O., Churin P. S. Experimental study of wind loads on high-rise buildings // Zhilishchnoye Stroitel'stvo. 2015. № 6. P. 20–23.
9. Chen X., Kwon D. K., Kareem A. High-frequency force balance technique for tall buildings: a critical review and some new insights // Wind and Structures. 2014. Vol. 18. № 4. P. 391–422.
10. Shmelev G. N., Khaydarov L. I. Full-scale experiment to determine the pressure distribution in the roof area of the building : col. of art. of the X international youth scientific conference on natural science and technical disciplines / PGTU. Yoshkar-Ola, 2015. Vol. 2. P. 231–232.

УДК 624.012.4-183.2, 624.044:539.384

Радайкин Олег Валерьевич

кандидат технических наук, доцент

E-mail: olegxxii@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Шарафутдинов Линар Альфредович

ведущий инженер

E-mail: sh. linar@mail.ru

ООО «Казанский инженерный проект»

Адрес организации: 420021, Россия, г. Казань, ул. Лево-Булачная, д. 52, оф. 19

**К оценке совместного влияния
начальных напряжённо-деформированного состояния и силовых трещин
на прочность, жёсткость и трещиностойкость железобетонных балок,
усиляемых сталефибробетонной «рубашкой»,
на основе компьютерного моделирования в ПК «ANSYS»**

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – оценить совместное влияние начальных напряжённо-деформированного состояния (НДС) и силовых трещин в железобетонных балках, усиляемых сталефибробетонной (СФБ) «рубашкой», на их жёсткость, прочность и трещиностойкость.

Результаты. Основные результаты исследования показали, что несущая способность усиленных балок (P_{ult}), а также нагрузка, соответствующая моменту появления в СФБ-«рубашке» трещин ($P_{cr,fb}$), практически не зависят от предшествующей усилению начальной нагрузки P_0 вплоть до уровня 0,6 от разрушающей P_{ult}^* (не усиленных балок), далее с увеличением этого уровня при прочих равных условиях, несущая способность усиленных балок снижается на 10,7 %, а нагрузка появления трещин наоборот – возрастает почти в 1,5 раза. Так же установлено, что с ростом начальной нагрузки P_0 , вплоть до уровня $0,678P_{ult}^*$, жёсткость усиленной балки плавно снижается в 3,76 раз, а при последующем увеличении P_0 происходит резкое падение жёсткости ещё в 7,57 раз.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в открывшейся возможности разработать инженерную методику усиления железобетонных балок с помощью фибробетонной рубашки, которая смогла бы учесть влияние начальных напряжённо-деформированного состояния и силовых трещин на прочность, жёсткость и трещиностойкость усиленных балок. Такая методика позволит получать конструктивные решения усиления с более низким расходом материалов в сравнении с существующими способами усиления.

Ключевые слова: усиление, сталефибробетон, изгибаемый элемент, компьютерное моделирование, численный эксперимент, предыстория нагружения.

Введение

В ходе возведения и последующей эксплуатации зданий и сооружений из железобетона часто возникает необходимость в усилении несущих конструкций (это может быть связано с увеличением нагрузок под реконструкцию, чрезмерным накоплением повреждений, ошибками при проектировании и строительстве и с другими причинами). Применение сталефибробетонных «рубашек» для этих целей позволяет достичь увеличения несущей способности, трещиностойкости и жёсткости с малыми затратами [1-3]. Так, применение сверхвысокопрочного сталефибробетона (в иностранной литературе – UHPFRC) позволяет увеличить несущую способность в 2,0-2,8 раза, что эквивалентно усилению преднапряжённой арматурой (в шпренгельной затяжке) [3-5], уменьшает ширину раскрытия трещин в 1,5-2 раза [6]. Однако отсутствие в отечественных Нормах

инженерных методик расчёта усиления с использованием СФБ-«рубашек» значительно тормозит их практическое применение. Наилучшим способом решить данную проблему возможно используя нелинейную деформационную модель, которая позволяет получать НДС железобетонной конструкции, близкое к эксперименту, на всех этапах нагружения и, поэтому, как мы предполагаем, подбирать оптимальные параметры усиления. Одна из главных проблем при разработке такой методики расчёта – это заметное влияние предыстории нагружения на работу усиленной конструкции, которое следует учесть. Это, в свою очередь, проявляется во влиянии следующих факторов:

1 – наличие начального НДС конструкции в момент времени, непосредственно предшествующего усилению, и возникающего от суммарного действия собственного веса конструкции и остаточных деформаций, вызванных ранее действующей полезной нагрузкой (в ходе усиления обычно стремятся максимального разгрузить конструкцию, при этом в каких-то случаях часть полезной нагрузки всё же может продолжать действовать);

2 – наличие начальных трещин в усиливаемой конструкции, которые могут иметь как минимум четыре источника своего возникновения:

а) действие полной статической нагрузки, которая вызывает появление силовых трещин (при этом считается, что в большинстве случаев для бетона работа с такими трещинами является нормальной, вопрос только в ограничении их ширины раскрытия);

б) действие циклических нагрузок (например, периодическое изменение снеговой нагрузки на плите покрытия здания), в том числе периодически повторяющихся динамических, которые вызывают накопление рассеянных микротрещин в бетоне, что может быть отражено в соответствующей трансформации диаграмм состояния этого материала;

в) технологические дефекты, например, усадочные трещины, поры и прочие несплошности бетона;

г) эксплуатационные механические повреждения;

3 – различие как кратковременных, так и длительных деформационных свойств «старого» бетона конструкции и «нового» сталефибробетона рубашки усиления, то есть в различии реологии (ползучести, усадки) того и другого материала;

4 – и др.

Перечисленные факторы влияния предыстории нагружения по-своему сказываются на параметрах усиления железобетонных балок, в том числе, на их несущую способность, трещиностойкость, а также жёсткость. Результирующий эффект от учёта их действия может дать наиболее достоверную картину о работе усиленных СФБ-«рубашками» балок под нагрузкой. На её получение направлены наши исследования, которые ведутся относительно простыми этапами. Так, на первом этапе были проведены экспериментальные и численные исследования, исключаяющие предысторию нагружения [7], тем не менее, имеющие определённую практическую значимость (например, возможны ситуации, когда на строительном объекте могут ошибочно смонтировать новую железобетонную балку с недостаточной несущей способностью и незамедлительно предпримут меры по её усилению). На втором этапе исследований – в работе [8] – предпринята попытка учесть фактор п. 2а из вышеприведённого перечня – это наличие силовых начальных трещин. Было установлено, что несущая способность усиленной балки с начальными повреждениями, соответствующими предварительной нагрузке $P_0=0,917P_{ult}^*$ на не усиленную балку (где P_{ult}^* – её несущая способность), по сравнению с усиленной балкой без начальных трещин ($P_0=0$) ниже на 18,4 %; трещиностойкость усиленной балки с начальными повреждениями, соответствующими предварительной нагрузке $P_0=0,2P_{ult}^*$ падает на 13,3 %, а при дальнейшем росте P_0 – остаётся постоянной. В развитие этих исследований целью данной статьи ставилось оценить совместное влияние факторов 1 – начального НДС железобетонных балок, возникшего к моменту усиления – и 2а.

Проведённый анализ состояния вопроса показывает, что получить, необходимые для достижения цели, данные по известным теоретическим моделям из научно-технической литературы или с применением нормативного подхода СП 63.13330.2012 и СП 360.1325800.2017 невозможно. Поэтому решено воспользоваться наиболее универсальным инструментом анализа НДС конструкций – методом конечных элементов, реализованным в ПК «ANSYS».

Методика компьютерного моделирования в ПК ANSYS

Исходными данными для верификации результатов проведенного в рамках настоящей работы компьютерного моделирования служат экспериментальные данные авторов для балок двух серий:

Серия 1 – железобетонные балки без усиления – контрольные образцы – два «близнеца» Б-2, Б-4 (рис. 1 а).

Серия 2 – балки, усиленные СФБ-«рубашкой» – «близнецы» Б-1р, Б-3р (рис. 1б). При этом усиляемые балки не имели начальных видимых трещин, за исключением усадочных, а начальное НДС было вызвано только действием сил тяжести.

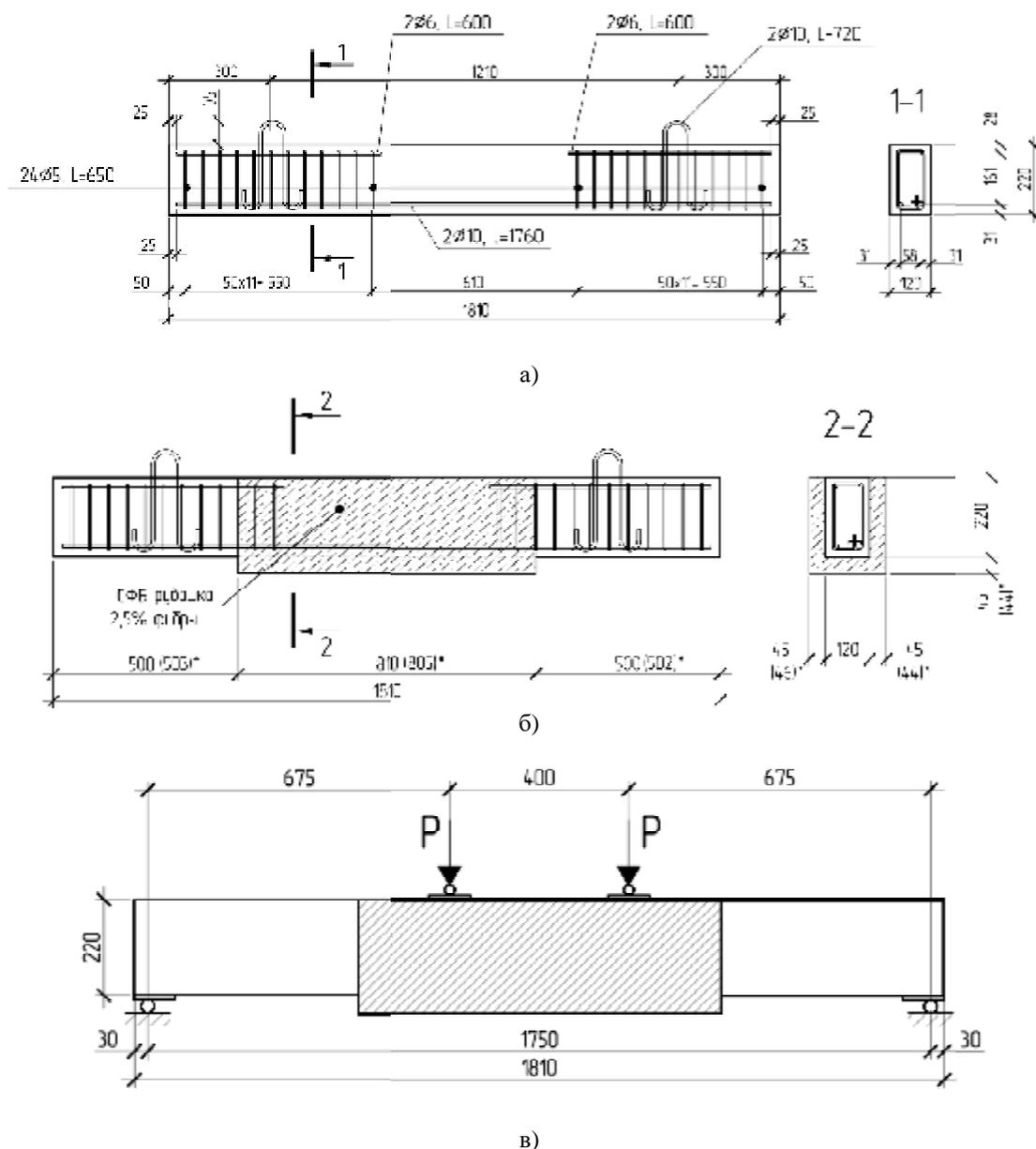


Рис. 1. Параметры балки 1-ой серии (а) и 2-ой серии (б), схема нагружения (в) (иллюстрация авторов)

Очевидно, что, для наиболее полной оценки совместного влияния начальных НДС и силовых трещин, физический эксперимент должен включать в себя несколько серий образцов-балок (не менее 10), каждая из которых должна соответствовать определённому уровню предварительному нагружению в долях от разрушающей нагрузки (P_0/P_{ult}^*). В ходе этого предварительного нагружения данная железобетонная балка деформируется, в

ней возникают усилия и напряжения, а также появляются силовые трещины. Далее нагрузка с балки снимается частично или полностью, а после этого выполняется её усиление с помощью СФБ-«рубашки». Однако для сокращения затрат на эксперимент примем следующие допущения:

– параметры начальных НДС и картины развития силовых трещин на всех этапах нагружения – от нуля вплоть до разрушения – получены на образцах только одной серии (контрольные образцы Серии 1);

– усиление СФБ-«рубашками» выполнено для балок Серии 2 – без начальных видимых трещин и с начальным НДС, вызванным только действием сил тяжести;

– данные, полученные с учётом предыдущих двух допущений, являются основой для проверки работоспособности предложенной ниже методики компьютерного моделирования усиливаемых балок в ПК «ANSYS»;

– задание в компьютерную конечно-элементную модель данных испытаний балок обеих серий должно обеспечить достижение поставленной в работе цели.

Основой для разработки такой конечно-элементной модели усиливаемых балок стала методика компьютерного моделирования, предложенная ранее в работе [7]. На данном этапе исследований уточнение этой методики заключается в применении специальной программной функции ПК «ANSYS» – команды RESTART, которая даёт возможность выполнять анализ НДС конструкций с изменением геометрической схемы в ходе расчёта. Это позволило рассмотреть 8 образцов балок, одинаковых по геометрическим, прочностным, кинематическим параметрам, а также по схеме армирования, но усиливаемых при разном уровне начальной нагрузки P_0 , в соответствии с программой, приведённой в табл.

Таблица

Программа численного исследования

Маркировка балки	Бм-1	Бм-2	Бм-3	Бм-4	Бм-5	Бм-6	Бм-7	Бм-8
Предварительная нагрузка P_0	0	$0,125P_{ult}^*$	$0,2P_{ult}^*$	$0,4P_{ult}^*$	$0,59P_{ult}^*$	$0,678P_{ult}^*$	$0,917P_{ult}^*$	P_{ult}^*

Результаты расчёта балок усиленных СФБ-«рубашкой» с учётом начального НДС и силовых трещин

По результатам расчёта получены значения прогиба в середине пролёта для всех образцов по мере нагружения (рис. 2).

Для каждой балки, кроме Бм-8, характерен перелом кривой зависимости «прогиб-нагрузка» при усилении, что обусловлено увеличением жёсткости за счёт добавления в КЭ-модель СФБ-«рубашки». При этом ордината точки перелома соответствует нагрузке в момент усиления. Все графики для балок Бм-1...Бм-7 ограничены двумя кривыми: снизу – зависимостью « $f-P$ » для балки без усиления, а сверху – для усиленной балки, но без начальных НДС и трещин. Зависимость прогиба от нагрузки « $f-P$ » для балки Бм-8 (усиленной при начальном НДС, вызванном нагрузкой P_{ult}^*) совпадает с зависимостью балок Серии 1, т.е. балок без усиления. Это говорит об очевидном факте, что восстановить уже разрушенную балку с помощью СФБ-«рубашки» нельзя.

На рис. 3 в качестве примера отдельно показаны графики прогибов для балок 1, 2 Серии и балки Бм-4, на котором показаны основные стадии её работы:

До усиления:

I – упругая работа – линейная зависимость между внешними и внутренними усилиями, заканчивается Стадией Ia, при которой эпюра напряжений в растянутой зоне бетона искривляется (возникают псевдопластические деформации);

II – неупругая работа – появление и развитие видимых трещин;

После усиления:

Pa – работа конструкции с трещиной в балке – перераспределение напряжений и деформаций на СФБ-«рубашку»;

III – появление и развитие видимых трещин в СФБ-«рубашке»;

IV – стадия разрушения – потеря несущей способности балки при достижении предела текучести арматуры.

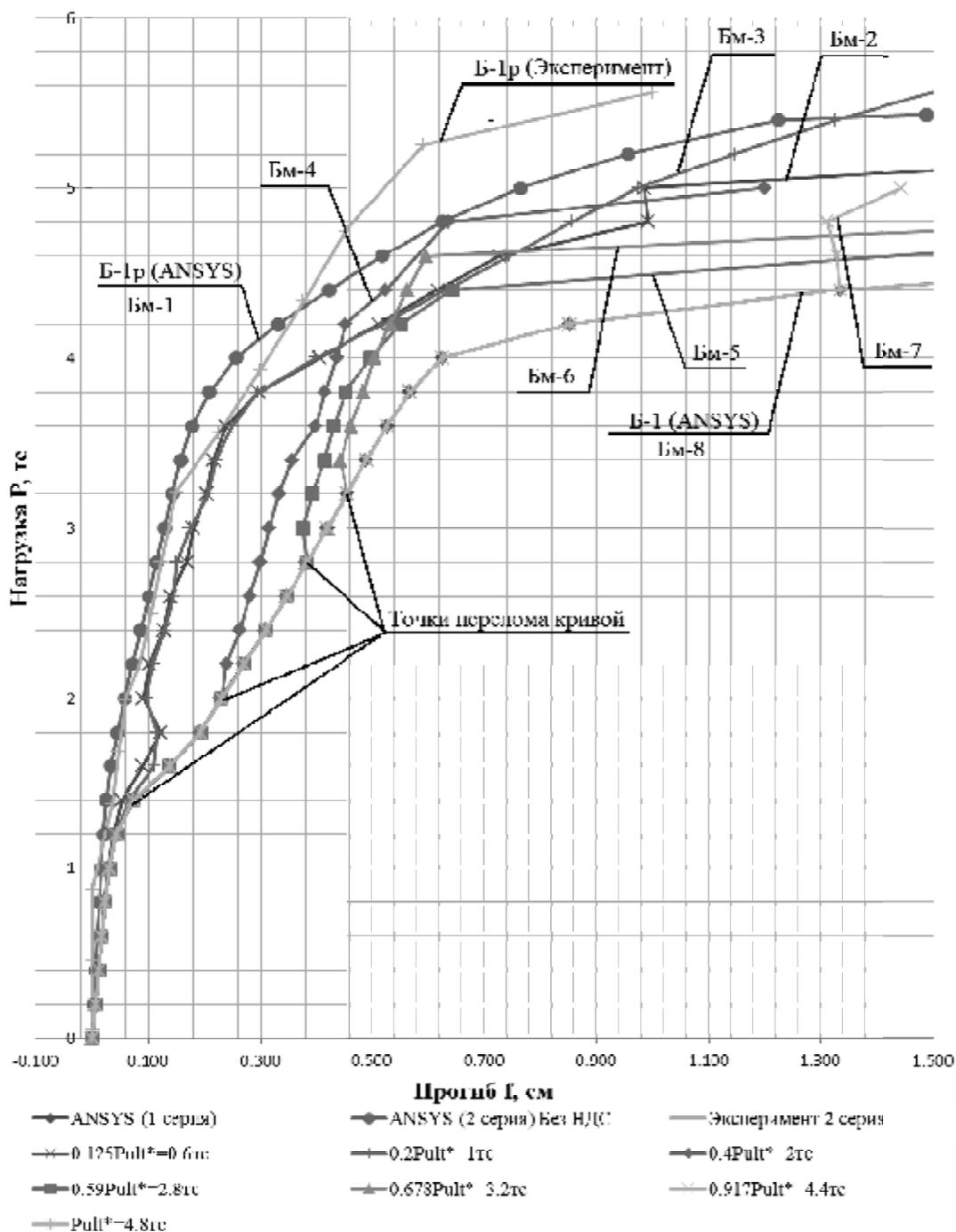


Рис. 2. Сравнение графиков «Прогиб-нагрузка» (иллюстрация авторов)

Полученные данные позволили провести сравнение (рис. 4) прогибов всех усиленных балок Бм-1...Бм-8 при одной и той же нагрузке P (эти балки отличаются между собой только уровнем начальной нагрузки, приложенной до усиления, P_0/P_{ult}^*).

Так, при постоянной нагрузке $P=1$ тс прогиб увеличивается, а жёсткость соответственно уменьшается на 93,75 % при сравнении первых двух балок Бм-1 и Бм-2, то есть при изменении уровня начальной нагрузки в пределах $0 < P_0 < 0,125P_{ult}^*$, а для балок Бм-3...Бм-8, то есть при $P_0 > 0,125P_{ult}^*$, жёсткость остаётся практически постоянной. При постоянной нагрузке $P=2$ тс и изменении начальной нагрузки в пределах $0 < P_0 < 0,4P_{ult}^*$ для сравниваемых балок Бм-1...Бм-4 жёсткость падает уже в 4-е раза, но при $P_0 > 0,4P_{ult}^*$ (для оставшихся балок Бм-5...Бм-8), как и прежде она практически дальше не меняется. При $P=3$ тс и $0 < P_0 < 0,678P_{ult}^*$ (балки Бм-1...Бм-6) жёсткость падает в 3,24 раза и при

$P_0 > 0,678P_{ult}^*$ (Бм-7, Бм-8) дальше не меняется. При $P=4$ тс и $0 < P_0 < 0,917P_{ult}^*$ (Бм-1...Бм-7) жёсткость падает в 2,44 раза и при $P_0 > 0,917P_{ult}^*$ (Бм-8) также дальше не меняется.

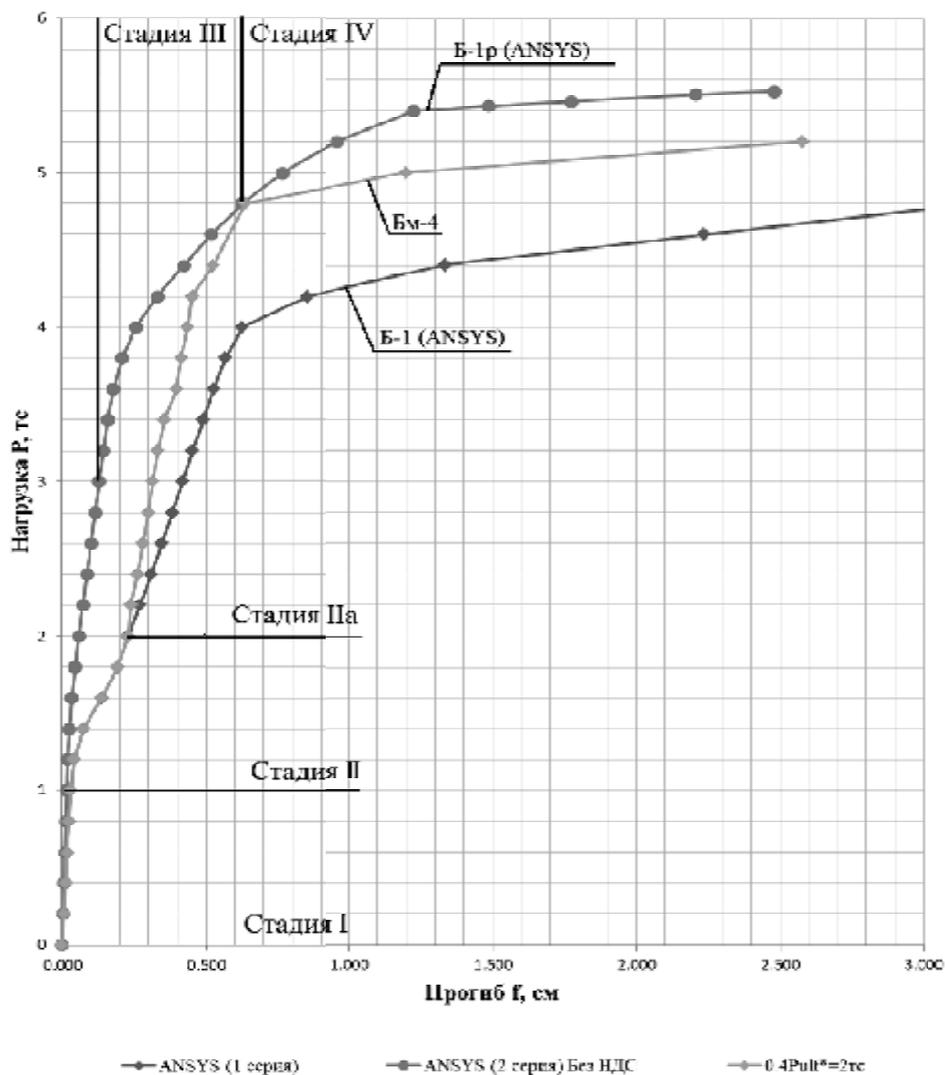


Рис. 3. Характерные стадии работы конструкции на кривых «прогиб-нагрузка» (иллюстрация авторов)

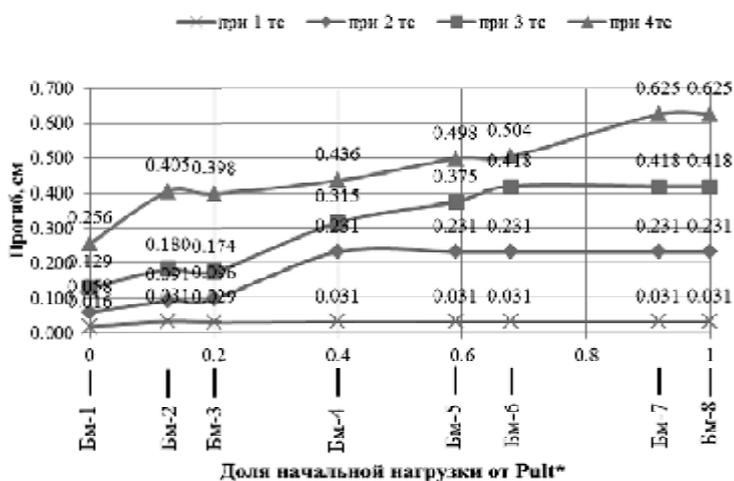


Рис. 4. Зависимость прогиба при разной нагрузке от уровня начальной нагрузки, P_0 , для балок Бм-1...Бм-8 (иллюстрация авторов)

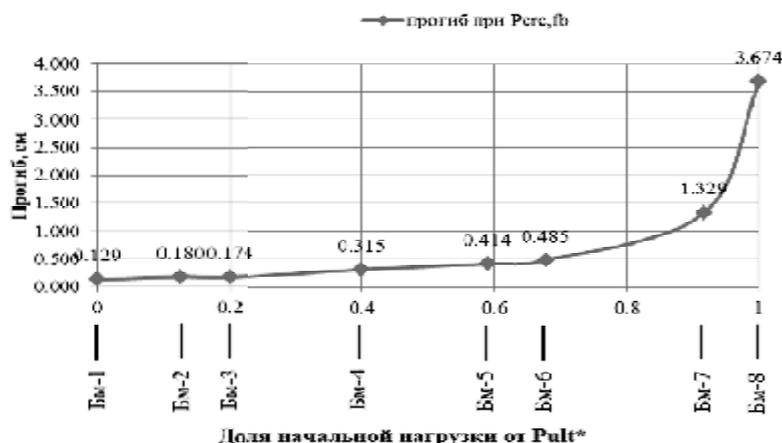


Рис. 5. Зависимость прогиба при нагрузке трещинообразования, $f_{crc,fb}$, в сталефибробетонной рубашке от уровня начальной нагрузки, P_0 , для балок БМ-1...БМ-8 (иллюстрация авторов)

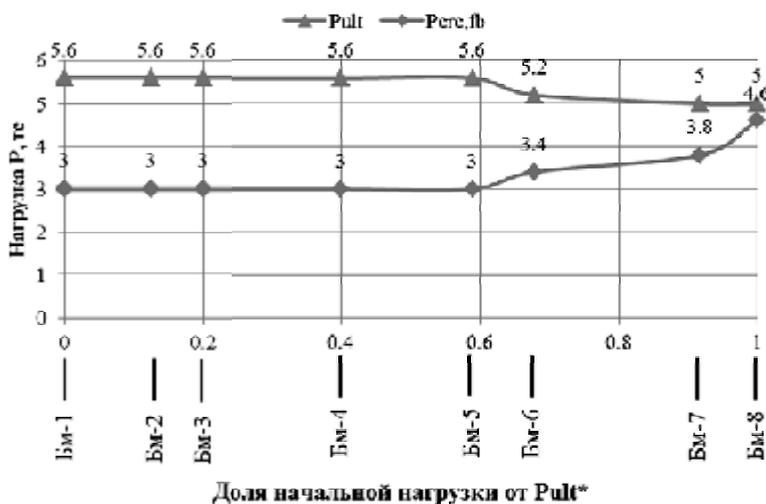


Рис. 6. Зависимость разрушающей нагрузки, P_{ult} , и нагрузки трещинообразования в сталефибробетонной рубашке, $P_{crc,fb}$, от уровня начальной нагрузки, P_0 , для балок БМ-1...БМ-8 (иллюстрация авторов)

Изменение прогиба от уровня начальной нагрузки P_0 при нагрузке трещинообразования в рубашке $P_{crc,fb}$ показано также для всех 8-и балок на рис. 5. На этом графике можно выделить 2 характерных участка: на первом участке при начальной нагрузке $0 < P_0 < 0,678P_{ult}^*$ (для сравниваемых балок БМ-1...БМ-6) жёсткость уменьшается в 3,76 раз, после чего на втором участке при $0,678P_{ult}^* < P_0 < P_{ult}^*$ (для балок БМ-7, БМ-8) происходит интенсивное снижение жёсткости в 7,57 раз.

На рис. 6 приведены графики изменения разрушающей нагрузки, P_{ult} , и нагрузки трещинообразования в СФБ-«рубашке», $P_{crc,fb}$, в зависимости от уровня начальной нагрузки P_0 , то есть для сравниваемых балок БМ-1...БМ-8. Видно, что P_{ult} не меняется при $0 < P_0 < 0,59P_{ult}^*$ (для балок БМ-1...БМ-5), где $P_{ult}^* = 4,8$ тс, и составляет 5,6 тс – это больше, чем у не усиленной балки на 16,7 %. После этого она снижается на 10,7 % – до 5 тс (для балок БМ-6...БМ-8), то есть усиление СФБ-«рубашкой» для балки БМ-8 (P_{ult}^*) увеличивает несущую способность всего лишь на 4,17 %. Нагрузка трещинообразования в СФБ-«рубашке» $P_{crc,fb}$ также не изменяется при уровне начальной нагрузки от 0 до $0,59P_{ult}^*$ и равна 3 тс, после чего увеличивается в 1,5 раза. Данное увеличение $P_{crc,fb}$ объясняется «поздним» усилением, когда трещинообразование совпадает с моментом усиления (балки БМ-7, БМ-8) или наступает через пару шагов нагрузки после этого (балки БМ-5, БМ-6).

На графиках зависимости максимальных напряжений в растянутой арматуре, $\sigma_{s,max}$, от нагрузки, P , для усиливаемых балок БМ-1...БМ-8 (рис. 7), как и на графиках прогибов (рис. 2)

наблюдается характерный перелом в момент усиления, свидетельствующий о перераспределении части напряжений с арматуры на СФБ-«рубашку». Как и для случая с прогибами все кривые на рис. 7 лежат выше графика « $\sigma_{s,max} - P_0/P_{ult}^*$ », полученного для балки Серии 1 (без усиления). Однако есть отличие: кривая для балки Б-2 (усиленная без начального НДС) уже не является ограничителем сверху, эту функцию теперь выполняют кривые для балок Бм-2 и Бм-3 (с невысоким уровнем начальной нагрузки – до $0,2P_{ult}^*$) и чем выше уровень P_0/P_{ult}^* , тем больше кривая « $\sigma_{s,max} - P_0/P_{ult}^*$ » стремится к графику балки Б-2. Это говорит о том, что если усиление балки происходит до появления в ней трещин и заметных неупругих деформаций, то в дальнейшем надёжная работа усиленной балки будет обеспечена в основном за счёт арматуры и устройство СФБ-«рубашки» в таком случае будет малоэффективным мероприятием. И наоборот, если до усиления на балку была приложена нагрузка не менее $0,4P_{ult}^*$, то перераспределение усилий с балки будет осуществляться именно на «рубашку», что будет свидетельствовать об её высокой эффективности.

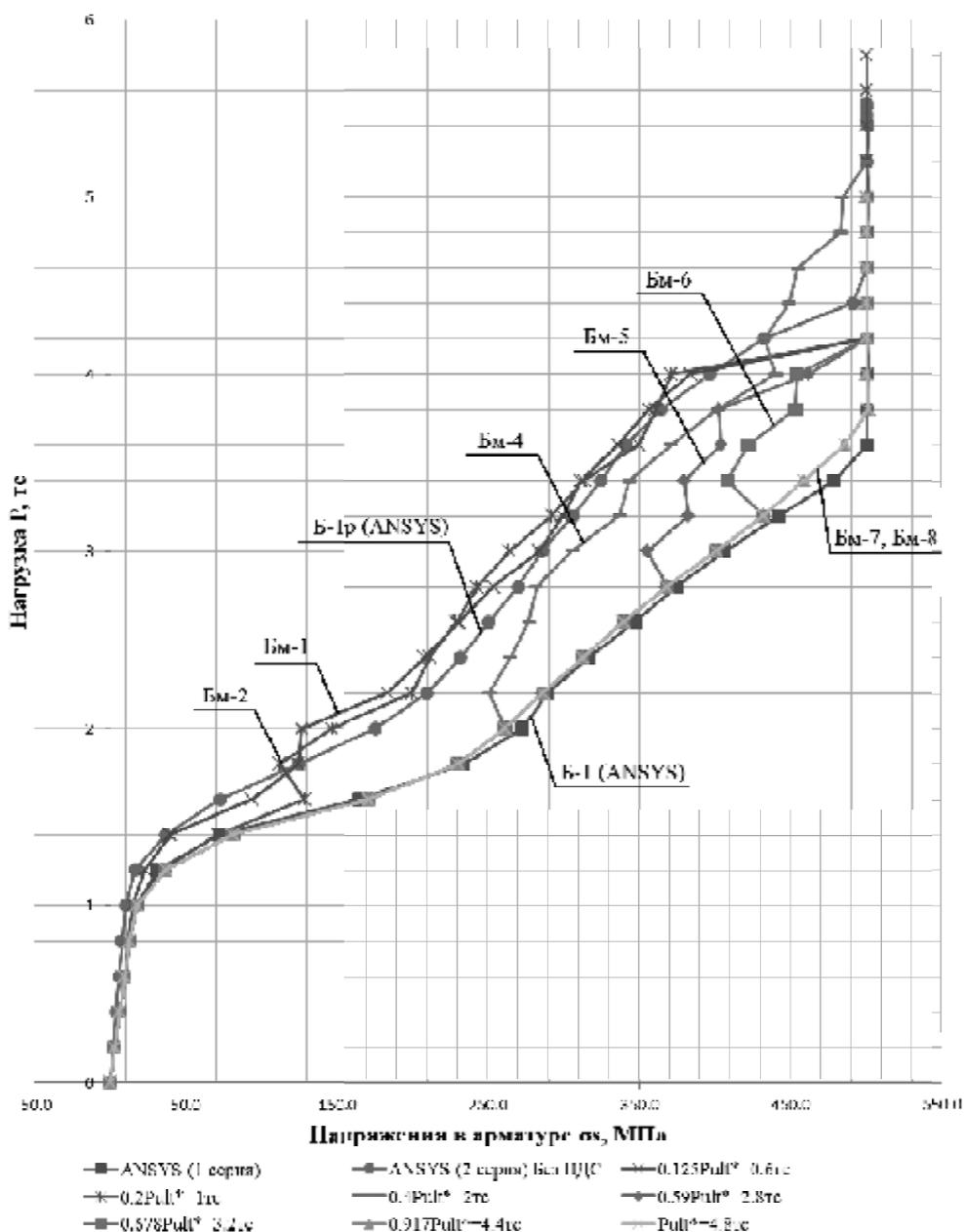


Рис. 7. Сравнение графиков «Максимальные напряжения в арматуре $\sigma_{s,max}$ – уровень начальной нагрузки, P_0/P_{ult}^* » для балок Бм-1...Бм-8 (иллюстрация авторов)

Общие выводы

1. Разработана методика компьютерного моделирования в ПК «ANSYS» НДС железобетонных балок, усиленных СФБ-«рубашками», которая позволяет учитывать уровень начальной нагрузки до усиления. Получены численные данные изменения прогиба, разрушающей нагрузки и нагрузки трещинообразования в СФБ-«рубашке» в зависимости от начальной нагрузки P_0 .

2. Установлено, что целесообразно выполнять усиление балок в интервале изменения уровня начальной нагрузки P_0/P_{ult}^* от 0,4 до 0,59, в котором СФБ-«рубашка» высокоэффективно участвует в перераспределении усилий с балки на неё и позволяет максимально увеличить несущую способность усиливаемой конструкции.

3. Выявлено, что перераспределение усилий с балки на СФБ-«рубашку» происходит, только если до усиления на балку была приложена нагрузка выше уровня $P_0/P_{ult}^*=0,4$, в противном случае в обеспечении надёжности усиленной балки основную роль будет играть собственная растянутая арматура, что свидетельствует о низкой эффективности усиления.

4. Несущая способность усиленной сталефибробетоном балки не изменяется в интервале $0 < P_0/P_{ult}^* < 0,59$ и равна 5,6 тс, что на 16,7 % выше, чем у не усиленной балки. При уровне начальной нагрузке выше $0,59P_{ult}^*$ несущая способность уменьшается на 10,7 % и составляет 5 тс, что всего лишь на 4,17 % больше несущей способности балки без усиления.

5. Нагрузка трещинообразования в СФБ-«рубашке» $P_{cr,fb}$ не изменяется при уровне начальной нагрузке от 0 до $0,59P_{ult}^*$ и равна 3 тс, после чего увеличивается в 1,5 раза. Данное увеличение $P_{cr,fb}$ объясняется «поздним» усилением, когда трещинообразование совпадает с моментом усиления (балки Бм-7, Бм-8) или наступает через пару шагов нагрузки после (балки Бм-5, Бм-6).

6. Изменение значений прогиба от уровня начальной нагрузки, при нагрузке трещинообразования в рубашке $P_{cr,fb}$, можно разделить на 2 характерных участка: на первом участке при начальной нагрузке $0 < P_0 < 0,678P_{ult}^*$ (для сравниваемых балок Бм-1...Бм-6) жёсткость уменьшается в 3,76 раз, после чего на втором участке при $0,678P_{ult}^* < P_0 < P_{ult}^*$ (для балок Бм-7, Бм-8) происходит интенсивное снижение жёсткости в 7,57 раз.

Заключение

С помощью численного и физического эксперимента удалось оценить совместное влияние начального НДС железобетонных балок, возникшего к моменту усиления, и наличие начальных трещин на прочность, жесткость и трещиностойкость усиленной балки. Следующим шагом исследований станет учёт в моделировании различия деформационных свойств «старого» бетона конструкции и «нового» сталефибробетона усиления, то есть реологии (ползучести, усадки) того и другого материала.

Список библиографических ссылок

1. Hussein L., Amleh L. Structural Behaviour of Ultra-High Performance Fibre Reinforced Concrete-Normal Strength Concrete or High Strength Concrete Composite Members // Construction and Building Materials. 2015. № 93. P. 1105–1116.
2. Habel K., Denarié E., Bruhwiler E. Experimental Investigation of Composite Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete and Conventional Concrete Members // ACI Structural Journal. 2007. № 104. P. 10–20.
3. Martinola G., Meda A., Plizzari G. A., Rinaldi Z. Strengthening and Repair of RC Beams with Fibre Reinforced Concrete // Cement Concrete Compos. 2010. № 32. P. 731–739.
4. Noshiravani T., Brühwiler E. Experimental Investigation on Reinforced Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete Composite Beams Subjected to Combined Bending and Shear // ACI Structural Journal. 2013. № 110. P. 251–262.
5. Mohammed T., Abu Bakar B. H., Bunnori N. M. Torsional Improvement of Reinforced Concrete Beams using Ultra High-Performance Fibre Reinforced Concrete (UHPFC) Jackets – Experimental Study // Construction and Building Materials. 2016. № 106. P. 533–542.

6. Травуш В. И., Конин Д. В., Крылов А. С. Прочность железобетонных балок из высокопрочных бетонов и фибробетонов // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 1 (77). С. 90–100.
7. Радайкин О. В., Шарафутдинов Л. А. К определению оптимального фибрового армирования на основе компьютерного моделирования в ПК ANSYS изгибаемых железобетонных элементов, усиленных с применением сталефибробетона // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции : материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР-2016. Чебоксары. 2016. С. 138–143.
8. Радайкин О. В., Шарафутдинов Л. А. Компьютерное моделирование в ПК «ANSYS» НДС железобетонных балок, усиляемых сталефибробетонной «рубашкой», с учётом начальных трещин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции : материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Чебоксары. 2018. С. 138–143.
9. Черпаков А. В., Каюмов Р. А., Косенко Е. Е., Мухамедова И. З. Моделирование балки с дефектами конечно-элементным методом // Вестник Казанского технологического университета. 2014. № 17 (10). С. 182–184.
10. Ключев С. В., Ключев А. В., Абакаров А. Д., Шорстова Е. С., Гафарова Н. Е. Влияние дисперсного армирования на прочностные и деформативные характеристики мелкозернистого бетона // Инженерно-строительный журнал. 2017. № 7 (75). С. 66–75.

Radaykin Oleg Valerievich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: olegxxii@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Sharafutdinov Linar Alfredovich

leading engineer

E-mail: sh._linar@mail.ru

LLC «Kazan Engineering Project»

The organization address: 420021, Russia, Kazan, Levo-Bulachnaya st., 52, of. 19

**On the evaluation of the joint effect of the initial stress-strain state and force cracks
on the strength, stiffness and crack resistance of reinforced concrete beams,
reinforced with a steel-fiber-concrete «jacket»,
based on computer simulation in PC «ANSYS»**

Abstract

Problem statement. The purpose of the study is to evaluate the combined effect of the initial stress-strain state and force cracks in reinforced concrete beams, reinforced with steel-fiber-concrete (SFC) «jacket», on their rigidity, strength and crack resistance.

Results. The main results of the study showed that the carrying capacity of reinforced beams (P_{ult}), as well as the load corresponding to the moment of cracking in the SFC «jacket» ($P_{cr, fb}$), practically do not depend on the initial load P_0 up to the amplification destroying P_{ult}^* (not reinforced beams), then with an increase in this level, ceteris paribus, the carrying capacity of reinforced beams decreases by 10,7 %, and the load of the appearance of cracks, on the contrary, increases almost 1,5 times. It was also found that with an increase in the initial load P_0 , down to the level of $0,678P_{ult}^*$, the stiffness of the reinforced beam gradually decreases by 3,76 times, and with a subsequent increase in P_0 , there is a sharp drop in stiffness by another 7,57 times.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry consists in the opportunity to develop an engineering technique for reinforcing concrete beams using a fiber-reinforced shirt, which could take into account the effect of the initial stress-strain state and force cracks on the strength, rigidity and crack resistance of reinforced beams. Such a

technique will allow one to obtain constructive amplification solutions with a lower consumption of materials in comparison with existing amplification methods.

Keywords: strengthening, steel fiber concrete, flexible element, computer simulation, numerical experiment, loading history.

References

1. Hussein L., Amleh L. Structural Behaviour of Ultra-High Performance Fibre Reinforced Concrete-Normal Strength Concrete or High Strength Concrete Composite Members // *Construction and Building Materials*. 2015. № 93. P. 1105–1116.
2. Habel K., Denarié E., Bruhwiler E. Experimental Investigation of Composite Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete and Conventional Concrete Members // *ACI Structural Journal*. 2007. № 104. P. 10–20.
3. Martinola G., Meda A., Plizzari G. A., Rinaldi Z. Strengthening and Repair of RC Beams with Fibre Reinforced Concrete // *Cement Concrete Compos.* 2010. № 32. P. 731–739.
4. Noshiravani T., Brühwiler E. Experimental Investigation on Reinforced Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete Composite Beams Subjected to Combined Bending and Shear // *ACI Structural Journal*. 2013. № 110. P. 251–262.
5. Mohammed T., Abu Bakar B. H., Bunnori N. M. Torsional Improvement of Reinforced Concrete Beams using Ultra High-Performance Fibre Reinforced Concrete (UHPFC) Jackets – Experimental Study // *Construction and Building Materials*. 2016. № 106. P. 533–542.
6. Travush V. I., Konin D. V., Krylov A. S. The strength of reinforced concrete beams of high strength concrete and fiber-reinforced concrete // *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal*. 2018. № 1 (77). P. 90–100.
7. Radaykin O. V., Sharafutdinov L. A. On the definition of optimal fiber reinforcement based on computer modeling in ANSYS, flexural reinforced concrete elements reinforced using steel fiber reinforced concrete // *New in Architecture, Building Structures Design and Reconstruction : Materials of the III International (IX All-Russian) conference NADCR-2016*. Cheboksary. 2016. P. 138–143.
8. Radaykin O. V., Sharafutdinov L. A. Computer simulation in the ANSYS software package of the VAT of reinforced concrete beams, reinforced with a steel-fiber-concrete «shirt», taking into account the initial cracks // *New in architecture, building design and reconstruction: IV International materials (X All-Russian) Conference NADCR-2018*. Cheboksary. 2018. P. 138–143.
9. Cherpakov A. V., Kayumov R. A., Kosenko E. E., Mukhamedova I. Z. Simulation of a beam with defects by the finite-element method // *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2014. № 17 (10). P. 182–184.
10. Klyuev S. V., Klyuev A. V., Abakarov A. D., Shorstova E. S., Gafarova N. Ye. Influence of disperse reinforcement on the strength and deformative characteristics of fine-grained concrete // *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal*. 2017. № 7 (75). P. 66–75.

УДК 69.0

Томилин Виктор Андреевич

аспирант

E-mail: vtxceasarx@gmail.com

Ананьин Михаил Юрьевич

кандидат технических наук, доцент

E-mail: m.y.ananin@urfu.ru

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина

Адрес организации: 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Красноборов Никита Сергеевич

инженер-конструктор

E-mail: nikita.stroymed@yandex.ru

ООО «ПСК СтройМедСервис»

Адрес организации: 620034, Россия, г. Екатеринбург, ул. Бебеля, д. 17

Развитие и применение Модуля Климатизированного как современной единицы высокотехнологичного строительства

Аннотация

Постановка задачи. В настоящей статье приведено исследование применения Модуля Климатизированного, как изделия для формирования Комплекса Чистых Помещений в разных технологических схемах. Целью статьи является исследование и анализ Модуля Климатизированного с точки зрения высокотехнологичных процессов, основываясь на недостатках и достоинствах данного типа конструктивных решений.

Результаты. Рассмотрены проблемы развития модульного устройства чистых помещений, а также все преимущества и недостатки. Проведен анализ классификации Чистых Помещений. Выведена схема для классификации Модулей Климатизированных. Выявлены проблемы современной нормативно-правовой базы по организации Чистых Помещений на территории Российской Федерации. Выдвинуты предположения по улучшению ситуации. Рассмотрены следующие вопросы: обеспечение высокого уровня оснащения и исполнения Чистых Помещений; развитие модульного строительства в медицине, фармацевтическом производстве, производстве микроэлектроники и так далее на базе Модуля Климатизированного; возможность модернизации устаревших технологических решений; создание структурной классификации Модуля Климатизированного как для медицинской технологии, так и для различных сфер возможного применения.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в обозначении преимуществ Модуля Климатизированного для его дальнейшего применения при реконструкции устаревших технологических решений, организации высокотехнологичных производственных мощностей, а также в составлении принципа классификации данных модульных систем, что поможет сформировать нормативную базу.

Ключевые слова: чистые помещения, комплекс, быстровозводимое здание, модуль медицинский климатизированный, концентрация частиц, герметизированные.

Введение

Важное место в развитии современного высокотехнологичного производства занимает изготовление и применение Чистых Помещений (ЧП) [1].

В обычных помещениях производственного или медицинского технологических процессов чистота воздуха оценивается массовой концентрацией загрязнений в воздухе. В отличие от них, ЧП характеризуются счетной концентрацией частиц, т.е. их числом в единице объема воздуха. Основным фактором определения понятия ЧП является то, что данные помещения охарактеризованы именно счетной концентрацией частиц, т.е. числом частиц в единице объема воздуха, а также размером данных частиц (0,1; 0,3; 0,5 мкм и т.д.). Отсюда вытекают особенности поддержания и определения показателей чистоты, специфические требования к контрольным приборам, счетчикам частиц в воздухе, отделке помещений, общей системой поддержания климата и прочего [2].

Целью настоящего исследования является изучение возможности повышения уровня медицинского обслуживания при организации Комплекса Чистых Помещений (КЧП), а также создание улучшенных условий для высокотехнологичных производств (фармацевтических, микроэлектроники, военной промышленности и т.д.). В результате были определены следующие задачи: 1) обеспечение высокого уровня оснащения и исполнения ЧП; 2) развитие модульного строительства на базе Модуля Климатизированного (МК); 3) возможность модернизации устаревших технологических решений; 4) создание структурной классификации МК как для медицинской технологии, так и для различных сфер возможного применения. Исследование выполнено методом морфологического анализа информации и ее синтеза.

Состояние вопроса

Идея применения МК в высокотехнологичной медицине не является новой (рис.).



Рис. 1. Модуль Климатизированный при организации Общепрофильной операционной (иллюстрация авторов)

Во всем мире создание герметичных, многопрофильных, антибактериальных помещений с возможностью многоразового применения, а также высокой заводской готовностью, доказало свое превосходство перед традиционными отделками помещений, а в некоторых странах обустройство КЧП стандартизируется нормативными документами. Так, например, в Соединенных Штатах Америки приняты правила по отделке ЧП определенными видами материалов, которые достаточно хорошо зарекомендовали себя за последние 30 лет. Введены определенные нормы по воздухообмену и оснащению таких помещений. В России внедрение МК для обустройства КЧП является малоизученной темой и имеет ограниченное применение из-за неполноценного соответствия нормативной документации современным реалиям, а также дороговизны материалов для МК. Однако развитие МК не стоит на месте, и некоторые компании активно занимаются разработкой и применением МК для организации КЧП [3].

Конструктивные решения

МК – это отдельно разработанный, многофункциональный и многоразовый модуль для организации помещений особых классов чистоты. МК представляет собой быстровозводимую конструкцию (быстровозводимое здание), имеющую огромное количество преимуществ перед традиционной отделкой при формировании КЧП, при фармацевтическом производстве, при производствах микроэлектроники, при формировании помещений особых классов чистоты в медицинской технологии и т.д.

Основные особенности МК:

- 1) герметичность помещений и высокотехнологичная антибактериальная отделка с повышенной износостойкостью;
- 2) МК – это полноценное комплексное решение, включающее в себя решения по

инженерным системам, таким как вентиляция, автоматика, водоподготовка и водоотведение, электрика, оснащение необходимым оборудованием и т.д.;

3) повышенная заводская готовность и разработка индивидуального проекта для дальнейшего обслуживания и переустройства КЧП;

4) возможность многоразового использования МК (сборно-разборная технология) как быстровозводимое здание (БВЗ);

5) возможность формирования сложных технологических единиц, при использовании МК, как БВЗ или отдельно стоящие самонесущие модули [4].

Развитие МК в нашей стране и во всем мире позволило сократить нежелательные последствия послеоперационного периода, а также сформировать полноценные технологические процессы без нарушения чистоты воздухообмена, классов чистоты, а также несоответствия помещения процессу, выполняемому в данной единице. Стоит отметить, что выполнение и разработка МК должны производиться высококачественными специалистами с большим опытом в данной сфере, пониманием технологических процессов, умением разграничивать технологии (например, медицину от фармацевтического производства и т.д.), а также уметь производить проверку стандартов качества выполненной ими продукции [5, 6].

Однако, несмотря на все преимущества МК для КЧП, он имеет ряд недостатков, которые ограничивают развитие МК в России и массовое использование. К таким недостаткам можно отнести:

1) отсутствие строгой нормативно-правовой базы по проектированию, использованию и внедрению МК в КЧП. В России, в данный период времени, имеется ряд нормативных документов, которые описывают принцип построения и реализации КЧП. Они затрагивают класс чистоты воздуха, отделочные материалы, герметичность, химическую обработку и устойчивость к ней, и так далее. Но при этом в документации нет четкого объяснения, как в общем конструктивно-технологическом исполнении должны выглядеть КЧП. Нигде также не говорится об использовании МК для организации КЧП как медицинского оборудования. Данный недостаток приводит к необоснованной свободе выбора, которая провоцирует нерациональные решения, а также к усложнению проектных решений;

2) высокая стоимость полного комплекса по организации КЧП на базе МК (от разработки проекта до ввода МК в эксплуатацию). Стоит отметить, что высокая цена обусловлена качественными характеристиками финальной продукции, а также уникальности каждой изготавливаемой единицы. Возможно, создание серий универсальных модулей, а также проектных решений, которые как кубики можно будет выкладывать в современную технологию, со всеми заранее проработанными и рассчитанными инженерными нагрузками, оборудованием, приведет к удешевлению, как при производстве, так и при проектировании. Не нужно также забывать, что организация КЧП с помощью МК – это развитие высокотехнологичной медицины, а, следовательно, повышение качества здоровья населения [7, 8].

Особенности МК

МК – это модуль, который имеет прямое отношение к БВЗ [9]. Конструктивно – это металлокаркас, который может быть исполнен в нескольких видах [10]. Наиболее используемые и популярные из них:

1) Отдельно стоящие модули внутри общего помещения. Данные модули имеют каркас, который покрывается ограждающими панелями. Все необходимые инженерные системы разводятся подполом и (или) в толще стеновых конструкций. Системы поддержания чистоты воздуха (системы воздухообмена и кондиционирования воздуха) располагаются на специально выделенных для них этажах и местах, или на самом модуле.

2) Модуль, вписанный в готовые помещения. Данный модуль представляет собой металлокаркас внутри помещения с навешанными панелями. Все инженерные системы идут за панелями.

3) Модуль, который является БВЗ. Это отдельно стоящий модуль, который может быть использован для формирования зданий, путем совмещения нескольких элементов. Хорошими примерами данного использования МК могут являться Фельдшерско-

акушерские пункты (далее ФАП), которые возводятся в труднодоступных районах или в районах с ЧС [11].

Ограждающие конструкции – это многослойные панели из разных материалов, со специальным покрытием, которое должно выдерживать большое количество циклов химической обработки. Такие панели могут быть гипс-металлические, панели из HPL-пластиков, из нержавеющей стали с заполнением ГКЛ и так далее. Потолок выполняется по системе Slip-In, для возможности постоянного контроля потолочного пространства и инженерных систем [12].

Главная особенность всего конструктива МК – это его герметичность. Напольное покрытие, стыки потолочных конструкций, стыки стеновых ограждений, двери, стеклоблоки – все эти элементы выполняются герметичными, при помощи уплотнительных резинок, профилей, герметиков и так далее [13-14]. Так, например, в компании ООО «НПО СтройМедСервис» была разработана уникальная система крепления и герметизации HPL-панелей в МК. Их способ позволяет закрепить и герметизировать панели с возможностью их дальнейшей «горячей» замены, или полного переустройства.

Особенный конструктив, герметичность конструкции, устойчивое развитие, применение современных технологий, а также многофункциональность определяют МК как современное медицинское оборудование, которое должно и способно повысить уровень исполнения КЧП, повысить уровень здоровья населения, повысить уровень реализации различных производственных мощностей, где необходима организация ЧП.

Классификация ЧП

Как выяснили ранее, МК для КЧП имеет ряд особенностей при конструировании, которые зависят от классификации ЧП.

Важной характеристикой ЧП является определение его класса. Характеризуются ЧП классификационным числом, которое определяет допустимую концентрацию микрочастиц в 1 м³ воздуха. В ЧП может быть организовано несколько чистых зон. Каждая чистая зона должна быть в ламинарном воздушном потоке, что позволяет создавать локальные Чистые зоны, такие как ламинарный шкаф. От характера потока воздуха в ЧП в значительной степени зависят особенности конструктива как самого МК так и систем климата.

В табл. 1 указана классификация чистых помещений по межгосударственному стандарту ГОСТ ИСО 14644-1 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха».

Таблица 1

Классификация ЧП по ГОСТ ИСО 14644-1

Класс чистоты	Предельно допустимое число частиц в 1 м ³ воздуха с размерами, равными или превышающими, мкм					
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	5,0
1 ИСО	10	2				
2 ИСО	100	24	10	4		
3 ИСО	1000	237	102	35	8	
4 ИСО	10000	2370	1020	352	83	
5 ИСО	100000	23700	10200	3520	832	29
6 ИСО	1000000	237000	102000	35200	8320	293
7 ИСО				352000	83200	2930
8 ИСО				3252000	832000	29300
9 ИСО				35200000	8320000	293000

В табл. 2 дана более подробная классификация ЧП, которая классифицирует ЧП по различные стандарты.

Таблица 2

Классификация ЧП по различным стандартам

ГОСТ ИСО 14644-1	ГОСТ Р 50766-95	Стандарт США 209 E	Стандарт США 209 D
1 ИСО	P1	-	-
2 ИСО	P2	-	-
3 ИСО	P3 (1)	M 1.5	1
4 ИСО	P4 (10)	M 2.5	10
5 ИСО	P5 (100)	M 3.5	100
6 ИСО	P6 (1000)	M 4.5	1000
7 ИСО	P7 (10000)	M 5.5	10000
8 ИСО	P8 (100000)	M 6.5	100000
9 ИСО	P9 (1000000)	-	-

Требования к чистоте воздуха при проектировании КЧП обычно определяются техническими условиями, технологическим заданием, технологическими регламентами (процессами) и так далее.

Источники микрозагрязнений

Окружающий воздух содержит огромное количество микрочастиц, которые прямо или косвенно влияют на технологический процесс в КЧП. Микрозагрязнения воздуха выделяются персоналом, ограждающими конструкциями, оборудованием, проникают в ЧП из окружающей среды. В ЧП 70-80 % загрязнений происходят от деятельности человека, 15-20 % от работы специализированного оборудования, 5-10 % загрязнений поступают из окружающей среды [15].

Данные показатели указывают на то, что МК для КЧП должен быть герметичным и с настроенной системой воздухообмена.

Чистое помещение – это искусственно созданная среда. На земле нет подобных условий чистоты. Например, класс 5 ИСО соответствует чистоте воздуха в атмосфере на высоте более четырех километров. Поддержание заданного класса чистоты является постоянной борьбой с возможными источниками загрязнений, поддержанием постоянного барьера между ними и внешней естественной, загрязненной средой.

Национальное агентство по исследованию космоса США (NASA) проводило исследование по соотношению между числом частиц и микроорганизмами в воздухе. Это было необходимо для упрощения классификаций и расчетов, а также стандартизации и лицензирования КЧП. Расчет микроорганизмов в воздухе дело достаточно долгое и затратное. А расчет микрочастиц проводится достаточно быстро и точно. Был выведен стандарт NASA NHB 5340, который установил четкую зависимость между количеством частиц и микроорганизмов в табл. 3.

Таблица 3

Связь между числом частиц и числом микроорганизмов в воздухе по стандарту NASA NHB 5340

Класс чистого помещения по стандарту США 209 D	Частицы		Микроорганизмы	
	Диаметр, мкм	Количество в 1 фут ³ (л)	Взвешенные в 1 фут ³ (л)	Осажденные на 1 фут ² /нед. (1 м ² /нед.)
100	>0,5	<100 (<3,5)	<0,1 (<0,0035)	1200 (12900)
10000	> 0,5	<10000 (<350)	<0,5 (<0,0176)	6000 (64600)
	> 5,0	<65 (<2,3)		
100000	> 0,5	<100000 (<3500)	<2,5 (<0,0884)	30000 (323000)
	> 5,0	<700 (<25)		

Разработка стандарта способствовала развитию классификаций, в том числе и Российский (ГОСТ ИСО 14644-1) был создан с отсылкой на разработки Американских ученых и ученых со всего мира.

Классификация МК для КЧП

Основываясь на вышеизложенных фактах, выполнен морфологический анализ информации и определена собственная модель классификации МК.

Основная идея классификации – это обозначить МК как оборудование, которое позволяет производить более качественные ЧП. Использование МК позволит сократить время и средства при формировании технологии КЧП. Создание классификатора позволит наиболее точно и быстро сформировать технические требования по оснащению МК.

В результате исследования определены следующие основные параметры при выборе МК. Исходя из последовательности решения задач они проранжированы в следующем порядке:

1) назначение помещений. Под этим параметром мы понимаем его технологическую принадлежность. Отсюда мы сможем получить обширный список помещений (медицина, фармацевтическое производство, микроэлектроника, военная промышленность, лаборатории разного направления и так далее). Определив назначение помещения, появляется возможность определиться с площадью данных помещений, их габаритными показателями, а также оснащением необходимым оборудованием. Этот пункт позволит сразу получить список необходимого оборудования, его нагрузки на все системы инженерного назначения и на каркас в целом. Для точности данного показателя необходимо учитывать класс чистоты (табл. 1). Взяв во внимание данную классификацию, можно выделить параметр класса чистоты воздуха в будущем помещении. Также, основываясь на этой характеристике, можно выделить системы воздухораспределения и климата. Это подбор оборудования по мощности, габаритам, энергозатратам, класс фильтрующих элементов и так далее. Данные по оборудованию должны соответствовать классу чистоты воздуха. Получив эти данные, появляется возможность сразу определиться с необходимыми характеристиками оборудования;

2) конструктивные особенности МК. В этом пункте происходит выбор конструктива: каркаса (зависит от веса оборудования, его крепления и так далее), ограждающие конструкции (выбор стеновых панелей, потолочных панелей, типов дверей и так далее), выбор освещения, выбор конструктива напольного покрытия;

3) исходя из п. 1 и п. 2 классификации определяется следующий пункт – выбор инженерных систем. В этом пункте определяется необходимость ввода воды и канализации, их расположение по площади модуля. Также определяется электроэнергия. Ее затраты и мощности для оборудования и количество точек подключения. Также, исходя из п. 1, определяются важные второстепенные инженерные системы (например, системы медицинского газоснабжения);

4) последний пункт классификатора – дополнительные системы. Этот пункт является наиболее обширным, так как в него входят системы, которые, исходя из п. 1, будут отличаться под каждую технологию. Это такие системы как: система автоматизации и диспетчеризации, системы умного освещения, системы предотвращения ЧС, системы контроля качества воздуха и так далее.

Если взять за основу данный классификатор и произвести дальнейшие исследования с учетом всех аспектов и проблем при формировании заданий на производство МК, то получится сократить время на производство проекта, а также позволит заказчику получить наиболее обширную картину продукта, который он получит, и ознакомиться с необходимыми характеристиками изделия.

Главная проблема на сегодняшний день – это отсутствие полного понимания всех преимуществ МК перед традиционной отделкой, также отсутствие строгого контроля соответствия МК и оборудования всем необходимым характеристикам технологических процессов, в которых данный МК будет применяться. Разработка классификатора позволит избежать досадных и порой критических ошибок при формировании КЧП, а также затрат, которые в случае организации высокотехнологического производства могут быть достаточно критичными [16-18].

Заключение

В заключении следует отметить следующее:

1) использование МК – наиболее рациональный способ организации помещений в разных технологических схемах, т.к. МК – это высокотехнологичное изделие, которое позволяет сократить проблемы, возникающие при формировании сложных технологических процессов;

2) простота конструктивных решений в совокупности с высокими технологиями, а также повышенная заводская готовность позволяют в кратчайшие сроки, без колоссальных трудозатрат, произвести монтаж здания готового к эксплуатации;

3) МК – это гибкая единица, которая имеет огромный потенциал к применению в готовой архитектуре и может быть вписана в работающую технологическую схему, что позволит повысить уровень технологического производства, а также сократить затраты на реконструкцию и капитальный ремонт;

4) разбор и анализ критериев для классификации позволит создать полноценный и объемный классификатор МК, который позволит упростить элементы разработки и принятия решений по внедрению МК в технологическую схему высокотехнологического производства.

Список библиографических ссылок

1. Надоленко В. Модульные чистые помещения – простое и экономичное решение // Технологии в электронной промышленности. 2011. № 2. С. 59–61.
2. Unno K. Clean rooms // Current state and trends of the environment monitoring in semiconductor manufacturing. 1985. № 4 (11). P. 67–88.
3. Кузнецов В. И., Мчедlishvili Б. В., Сисакян А. Н., Фурсов Б. И., Шестаков В. Д. Чистое помещение // Экологические системы и приборы. 2005. № 2. С. 36–37.
4. Tomilin V. A., Ananin M. Yu., Gubanov A. N., Zimberg E. O. Use of medical climatized module for organizing high-tech medical technology in remote and hard-to-reach areas : dig. of art. I International Conference on Advances in Science and Technology. USA. Morrisville, 2018. P. 69–75.
5. Адам Ф. М. Особенности монтажа быстровозводимых зданий // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2001. № 2. С. 12–16.
6. Маркин А. В. Особенности понятия «кратность воздухообмена» применительно к чистым помещениям производственного назначения // Электронная техника. 2017. Серия 3: Микроэлектроника. С. 70–78.
7. Холодова Л. П., Ананьин М. Ю., Федорова М. С. Архитектурный анализ планировочных решений первых заводских госпиталей Урала // Архитектон: известия вузов. 2013. № 4 (44). С. 15–25.
8. Федорова М. С., Холодова Л. П. Ключевые этапы для развития норм для проектирования военных госпиталей // Архитектон: известия вузов. 2014. № 3 (47). С. 10–20.
9. Адам Ф. М. Полносборное строительство модульных быстровозводимых малоэтажных зданий : сб. ст. Постсоветское градостроительство – Материалы научно-практической конференции / Госстрой России ГУ НИИ Градостроительства. Санкт-Петербург, 2001. С. 119–121.
10. Тамплон Ф. Ф. Металлические ограждающие конструкции. Свердловск : УПИ им. С.М. Кирова, 1976. 248 с.
11. Асаул А. Н., Казаков Ю. Н., Быков В. Л., Князь И. П., Ерофеев П. Ю. Теория и практика использования быстровозводимых зданий в обычных условиях и чрезвычайных ситуациях в России и за рубежом. СПб. : Гуманистика, 2004. 472 с.
12. Рыбаков В. А. Основы строительной механики легких стальных тонкостенных конструкций. Санкт-Петербург : Политех, 2011. 207 с.
13. Уайт В. Проектирование чистых помещений. М. : Клинрум, 2004. 360 с.
14. Федотов А. Е. Основы GMP. М. : Асинком, 2012. 576 с.

15. Sineglazov V. M., Fedosenko V. N., Radko E. N. Mathematical models of pollution dynamics of clean rooms // *Електроніка та системи управління*. 2014. № 1 (39). С. 114–120.
16. Томилин В. А., Ананьин М. Ю., Губанов А. Н., Зимберг Э. О. Перспективы использования быстровозводимых зданий для медицинской технологии : сб. ст. Новое слово в науке и практике – IV международной научно-практической конференции / Дендра. Уфа, 2017. С. 23–31.
17. Li C.-S., Hou P.-A. Bioaerosol characteristics in hospital clean rooms // *The Science of The Total Environment*. 2003. № 1 (3). P. 169–176.
18. Eren B., Kersell H., Weatherup R. S., Heine C., Salmeron M. B., Crumlin E. J., Friend C. M. Structure of the clean and oxygen-covered CU(100) surface at room temperature in the presence of methanol vapor in the 10-200 MTORR pressure range // *Journal of physical chemistry*. 2018. № 2 (122). P. 548–554.

Tomilin Viktor Andreevich

post-graduate student

E-mail: vtxceasarx@gmail.com**Ananin Mikhail Iuryevich**

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: m.y.ananin@urfu.ru**Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Eltsin**

The organization address: 620002, Russia, Ekaterinburg, Mira st., 19

Krasnoborov Nikita Sergeevich

design engineer

E-mail: nikita.stroyed@yandex.ru**ООО «PSK StroyMedService»**

The organization address: 620034, Russia, Ekaterinburg, Bebel st., 17

**Development and application of the Climatized Module
as a modern high-tech construction unit****Abstract**

Problem statement. This article presents a study of the use of the Climatized Module as a product for the formation of a Complex of Clean Rooms in various technological schemes. The purpose of the article is to research and analyze the Climatized Module from the point of view of high-tech processes, which based on the disadvantages and merits of this type of design solutions.

Results. The problems of the development of a modular device clean rooms, as well as all the advantages and disadvantages. An analysis of the classification of Clean rooms. A scheme for classifying Climatized Modules is derived. The problems of the current regulatory framework for the organization of Clean rooms in the territory of the Russian Federation are identified. Assumptions made to improve the situation. The following issues were addressed: ensuring a high level of equipment and performance of the Clean rooms; development of modular construction in medicine, pharmaceutical production, production of microelectronics and so on based on the Climatized Module; the possibility of upgrading outdated technological solutions; creation of a structural classification of the Climatized Module for both medical technology and for various areas of possible application.

Conclusions. The significance of the study consists in identifying the advantages of the Climatized Module for its further use in the reconstruction of outdated technological solutions, the organization of high-tech production facilities, and also in drafting the principle of classifying these modular systems, which should help form a regulatory framework.

Keywords: clean rooms, complex, prefabricated building, medical climatized module, particle concentration, hermetically sealed.

References

1. Nadolenko V. Modular cleanrooms – a simple and economical solution // *Tehnologii v elektronnoi promyshlennosti*. 2011. № 2. P. 59–61.
2. Unno K. Clean rooms // *Current state and trends of the environment monitoring in semiconductor manufacturing*. 1985. № 4 (11). P. 67–88.
3. Kuznetsov V. I., Mchedlishvili B. V., Sisakyan A. N., Fursov B. I., Shestakov V. D. Clean room // *Ecologicheskie sistemy i pribory*. 2005. № 2. P. 36–37.
4. Tomilin V. A., Ananin M. Yu., Gubanov A. N., Zimberg E. O. Use of medical climatized module for organizing high-tech medical technology in remote and hard-to-reach areas : dig. of art. I International Conference on Advances in Science and Technology. USA. Morrisville, 2018. P. 69–75.
5. Adam F. M. Features of the installation of prefabricated buildings // *Montagnye I specialnye raboty v stroitelstve*. 2001. № 2. P. 12–16.
6. Markin A. V. Features of the concept of «air exchange rate» in relation to clean rooms for production purposes // *Elektronnay tehnika*. 2017. Seria 3: Mikroelektronika. P. 70–78.
7. Kholodova L. P., Ananin M. Yu., Fedorova M. S. Architectural analysis of the planning decisions of the first factory hospitals of the Urals // *Arhitekton: izvestia vuzov*. 2013. № 4 (44). P. 15–25.
8. Fedorov M. S., Kholodova L. P. Key stages for the development of standards for the design of military hospitals // *Arhitekton: izvestia vuzov*. 2014. № 3 (47). P. 10–20.
9. Adam F. M. Full-assembly construction of modular pre-fabricated low-rise buildings : dig. of art. *Postsovetskoe gradostroitelstvo / Gosstroj Rossii GU NII Gradostroitelstva*. St. Petersburg, 2001. P. 119–121.
10. Tamplon F. F. Metal enclosing structures. Sverdlovsk : UPI im. S.M. Kirova, 1976. 248 p.
11. Asaul A. N., Kazakov Yu. N., Bykov V. L., Prince I. P., Erofeev P. Yu. Theory and practice of using pre-fabricated buildings in normal conditions and emergency situations in Russia and abroad. St. Petersburg : Gumanistika, 2004. 472 p.
12. Rybakov V. A. Basics of building mechanics of light steel thin-walled structures. SPb. : Politeh, 2011. 207 p.
13. Uait V. Cleanroom Design. M. : Klinrum, 2004. 360 p.
14. Fedotov A. E. GMP basics. M. : Asinkom, 2012. 576 p.
15. Sineglazov V. M., Fedosenko V. N., Radko E. N. Mathematical models of pollution dynamics of clean rooms // *Electronics and control systems*. 2014. № 1 (39). P. 114–120.
16. Tomilin V. A., Ananyin M. Yu., Gubanov A. N., Zimberg E. O. Prospects for the use of prefabricated buildings for medical technology : dig. of art. *Novoe slovo v nayke I praktike – IV naychno-prakticheskoi konferencii / Dendra*. Ufa, 2017. P. 23–31.
17. Li C.-S., Hou P.-A. Bioaerosol characteristics in hospital clean rooms // *The Science of The Total Environment*. 2003. № 1 (3). P. 169–176.
18. Eren B., Kersell H., Weatherup R. S., Heine C., Salmeron M. B., Crumlin E. J., Friend C. M. Structure of the clean and oxygen-covered Cu(100) surface at room temperature in the presence of methanol vapor in the 10-200 mTORR pressure range // *Journal of physical chemistry*. 2018. № 2 (122). P. 548–554.



УДК 624.159.4

Мирсаяпов Илизар Талгатович

доктор технических наук, профессор

E-mail: mirsayapov1@mail.ru

Шараф Хани Мохаммед Абдо

аспирант

E-mail: hani_2012@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Экспериментальные исследования несущей способности и осадки оснований фундаментов на глинистых грунтах при режимных блочных циклических нагружениях

Аннотация

Постановка задачи. Проведены экспериментальные исследования несущей способности и осадки оснований фундаментов из глинистых грунтов при блочных режимных циклических нагружениях. Проведение лотковых испытаний с помощью гидравлической системы (АСИС) позволило определить осадки основания, напряжения и деформации в грунте.

Результаты. Результаты экспериментальных исследований представлены в виде графиков зависимости осадки и деформации от режима нагружения. Получены новые данные о закономерностях напряженно-деформированного состояния глинистых грунтов при блочных циклических нагружениях.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что при режимных блочных циклических нагружениях происходит увеличение деформации грунтов в пределах сжимаемой толщи, а также происходит осадка основания с различной интенсивностью во всех блоках нагружений. Наиболее интенсивное развитие деформаций грунта и осадки основания происходило на начальной стадии нагружения до 300 циклов, при переходе на вторую стадию, происходила стабилизация до 2700 циклов. Потеря несущей способности происходит на третьей стадии нагружения, после достижения предельного состояния массива грунта в сжимаемой толще плитного фундамента.

Ключевые слова: блочное циклическое нагружение, глинистый грунт, осадка, напряжение, деформация.

Введение

В современных условиях грунтовые основания зданий и сооружений подвергаются воздействию статических и, различного рода режимных, циклических нагружений. Существующие методы расчета оснований по несущей способности и деформациям, в основном, разработаны для случая однократного кратковременного статического нагружения или циклического нагружения с постоянными параметрами на весь период эксплуатации [1-3]. Эксплуатации зданий и сооружений с оборудованием, создающим циклические воздействия, и режимы нагружения оснований фундаментов в реальных условиях являются не постоянными, меняются на различных этапах технического процесса. Результаты немногочисленных имеющихся экспериментальных исследований показывают, что закономерности развития деформаций и изменения прочности грунтов при режимных циклических нагружениях отличаются от поведения грунтов при стационарных циклических нагружениях [4-6]. По этой причине возникает необходимость в разработке методов расчетов несущей способности и деформации оснований фундаментов при режимных циклических нагружениях. В связи с этим проведены экспериментальные исследования несущей способности и осадок грунтовых оснований модели фундаментов в объемном лотке при режимных циклических нагружениях [7-10].

Экспериментальные исследования

Экспериментальные исследования проводились в объемном металлическом лотке с

размерами 1000×1000×1000 мм (рис. 1) и представляют собой два слоя грунта с различными физико-механическими характеристиками.

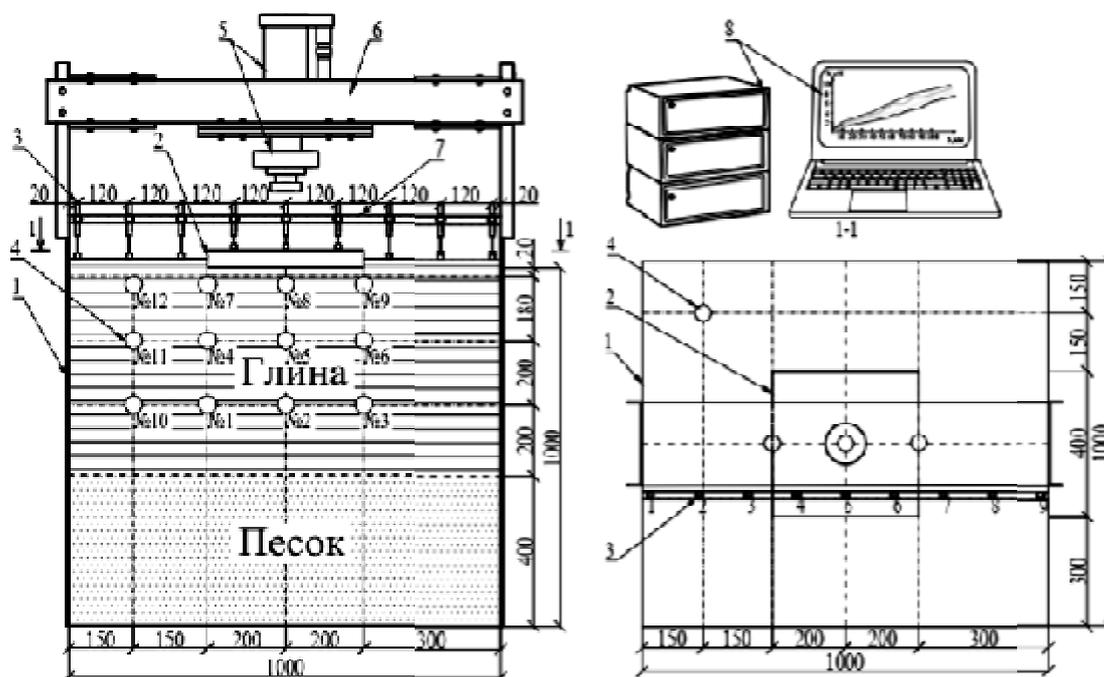


Рис. 1. Схема конструкций и расположений приборов:

- 1 – объёмный лоток; 2 – модель плитного фундамента; 3 – вертикальные электронные датчики;
- 4 – грунтовые датчики; 5 – автоматический домкрат; 6 – установка домкрата;
- 7 – балка для установки вертикальных датчиков;
- 8 – автоматизированная система программы (АСИС) (иллюстрация авторов)

Двухслойные грунтовые основания во всех экспериментальных исследованиях состояли из следующих грунтов:

– полутвердая глина с мощностью $h=600$ мм; плотность $\rho=1,8$ г/см³; влажность $W=26$ %; угол внутреннего трения $\varphi=25$ град; удельное сцепление $C=30,4$ кПа; начальный модуль деформации $E=3,2$ МПа.

– мелкий маловлажный песок с мощностью $h=400$ мм; плотность $\rho=1,93$ г/см³; влажность $W=5$ %; угол внутреннего трения $\varphi=39$ град; удельное сцепление $C=63,1$ кПа; модуль деформации $E=7,2$ МПа.

Таблица

Экспериментальная модель	№ блоков нагружения	R_{max} , кН	R_{min} , кН	Количество циклов в этапах нагружения	Количество циклов в блоках нагружения	Общее количество циклов нагружения
ПФ	№ 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15	7	3,5	100	300·8=2400	3450
		9	4,5	100		
		11	5,5	100		
	№ 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14	7	3,5	50	150·7=1050	
		9	4,5	50		
		11	5,5	50		

Сначала в объёмный лоток укладывается песок до отметки 400 мм и уплотняется

трамбовкой до заданного значения плотности. Затем укладывается слоями глина по 5 см до отметки 1000 мм без уплотнения. После укладывания двухслойного грунтового основания, в центре лотка устанавливается модель плитного фундамента – штамп в виде железобетонной плиты с размерами 400×400 мм длиной, шириной и толщиной 40 мм. Нагружение осуществляется гидравлической автоматизированной системой (АСИС), блоками в зависимости от заданного режима нагружения. На каждом блоке нагружения фиксируются значения осадок основания по показателям электронных датчиков, а также напряжения и деформации в грунте основания. Параметры режима блочного циклического нагружения приведены в таблице. Расположение датчиков показано на (рис. 1). По показаниям датчиков определяются относительные деформации и напряжения в грунте основания, а также в процессе измеряется осадка модели плитного фундамента.

Результаты экспериментальных испытаний

По результатам экспериментальных исследований построены графики изменения напряженно-деформированного состояния грунта в процессе режимоного блочного циклического нагружения.

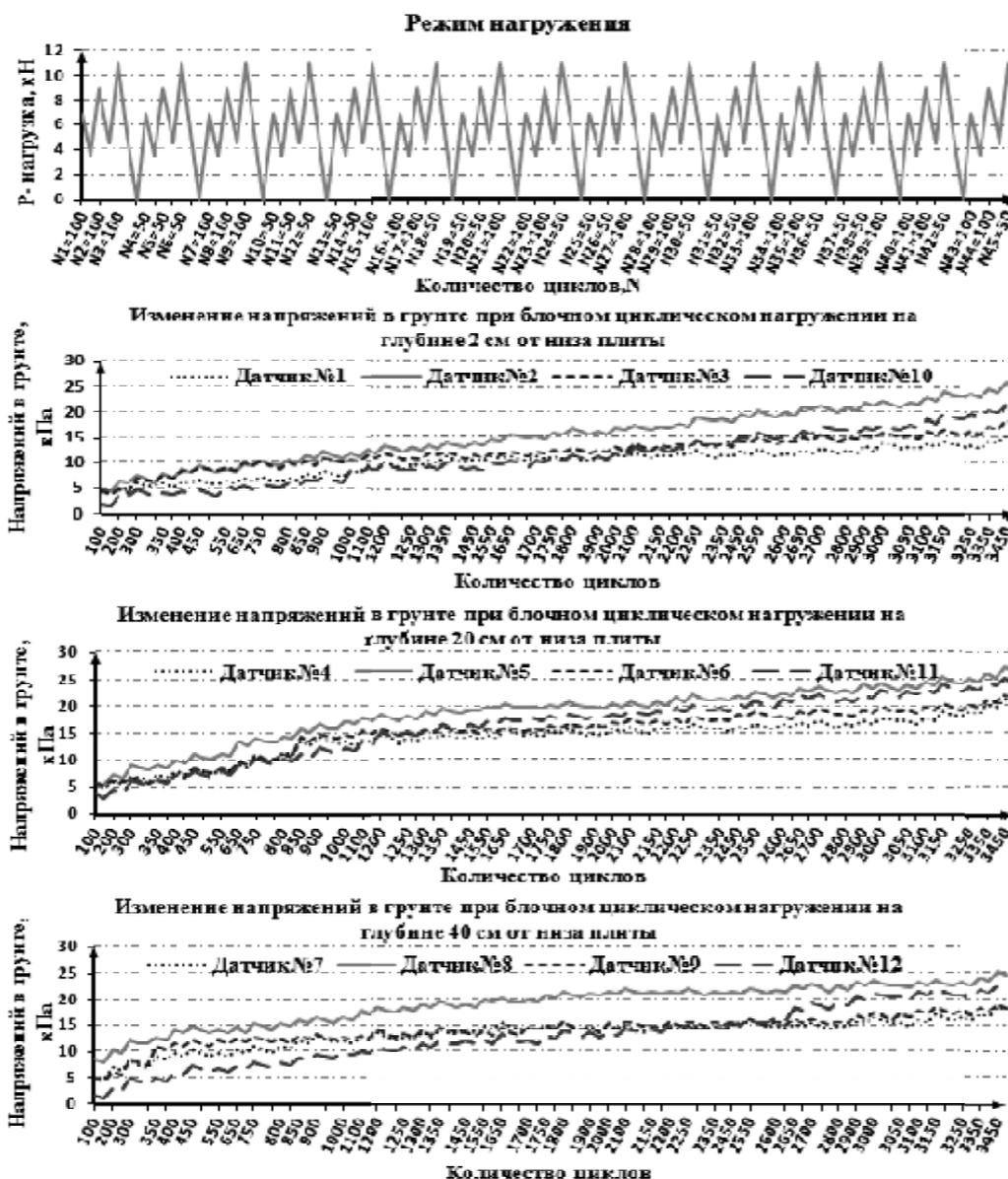


Рис. 2. Изменение напряжений в грунте в зависимости от режима нагружения (иллюстрация авторов)

На (рис. 2). Показаны графики изменения напряжений в различных зонах и глубинах грунтового основания. По графикам видно, что, при увеличении количества циклов на каждом блоке, происходит увеличение напряжения в грунте во всех зонах и глубинах грунтового основания нагружения. При этом наибольшее увеличение напряжений в грунте показывают датчики № 2, № 5 и № 8, которые расположены в центре под плитным фундаментом на глубине 2, 20 и 40 см, при этом напряжения достигали от 25 до 27 кПа. Меньшее увеличение напряжений в грунте показывают датчики № 1, № 4 и № 7, которые расположены с левого края плиты на глубине 2, 20 и 40 см, при этом напряжения достигли от 15 до 19 кПа. Блочные циклические нагружения вызывают увеличения деформации и осадки основания в пределах модели плитного фундамента и за его пределами.

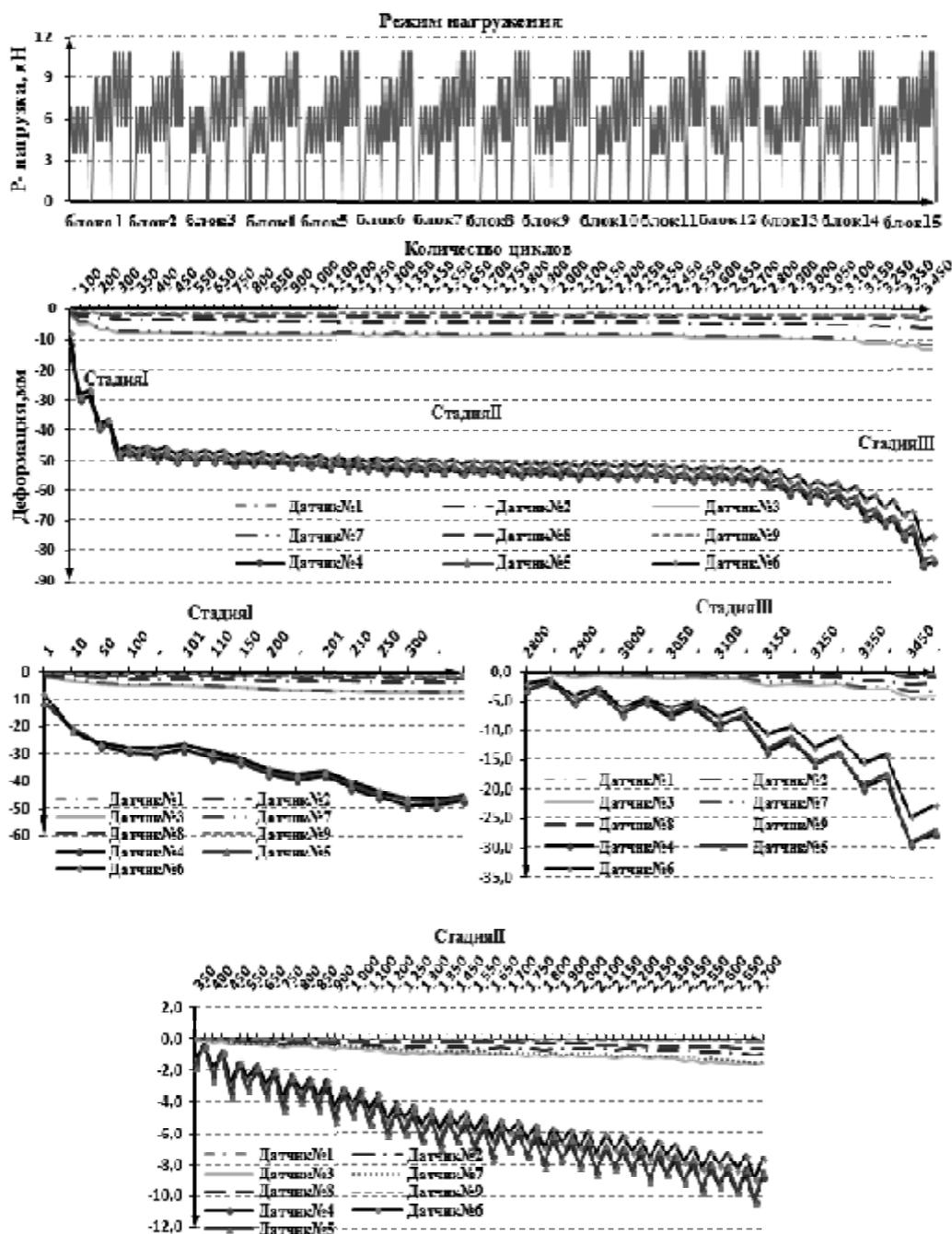


Рис. 3. Изменение вертикальных деформаций под моделью плитного фундамента и за его пределами в зависимости от режима нагружения (иллюстрация авторов)

График изменения деформаций глинистых грунтов при блочных циклических нагрузениях, под моделью плитного фундамента и за его пределами, в пределах каждого блока нагружения показан на (рис. 3). По графикам видно, что режим нагружения приводит к увеличению относительных деформаций. При этом значительные вертикальные деформации происходят на первой стадии нагружения до 300 циклов. Наибольшие деформации показывают датчики № 4-7, которые расположены под моделью плитного фундамента и составляют 44,77-47,17 мм. При переходе ко второй стадии происходит стабилизация деформации, и интенсивность развития деформации уменьшается. В пределах второй стадии прирост деформации за 2700 циклов составляет 8,83-10,39 мм. На третьей стадии происходит более интенсивное увеличение деформации, и прирост составляет 2,5 раза по сравнению со второй стадией до разрушения.

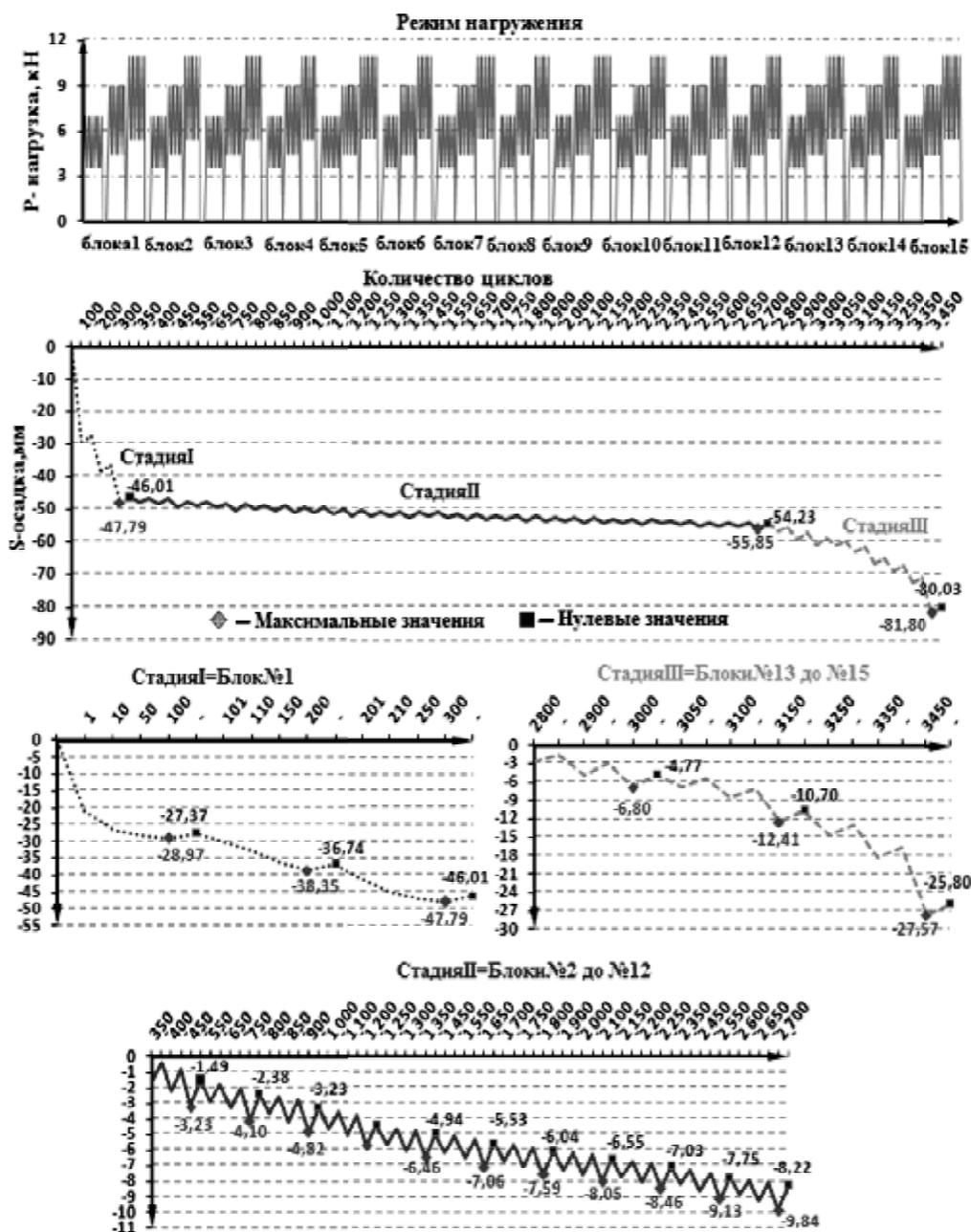


Рис. 4. Развитие осадок плитного фундамента при блочных циклических нагружениях (иллюстрация авторов)

На (рис. 4). Показано развитие осадок плитного фундамента на каждой стадии нагружения. По графикам видно, что происходит интенсивное развитие осадок на первой стадии режима нагружения до 300 циклов, при этом осадка равна 47,79 мм и составила 58 % от общей осадки. Интенсивность развития осадок уменьшается при переходе ко второй стадии до 2700 циклов, но полной стабилизации осадок не происходит, при этом осадка равна 55,85 мм и составила 12 % от общей осадки. При дальнейшем нагружении начинается третья стадия до 3450 циклов, развитие осадок интенсивно увеличивается до потери несущей способности грунтового основания. При этом осадка равна 81,80 мм и составила 33 % от общей осадки. Необходимо отметить, что при разгрузке до нуля, осадка уменьшается в пределах 1-2 мм на всех блоках нагружения.

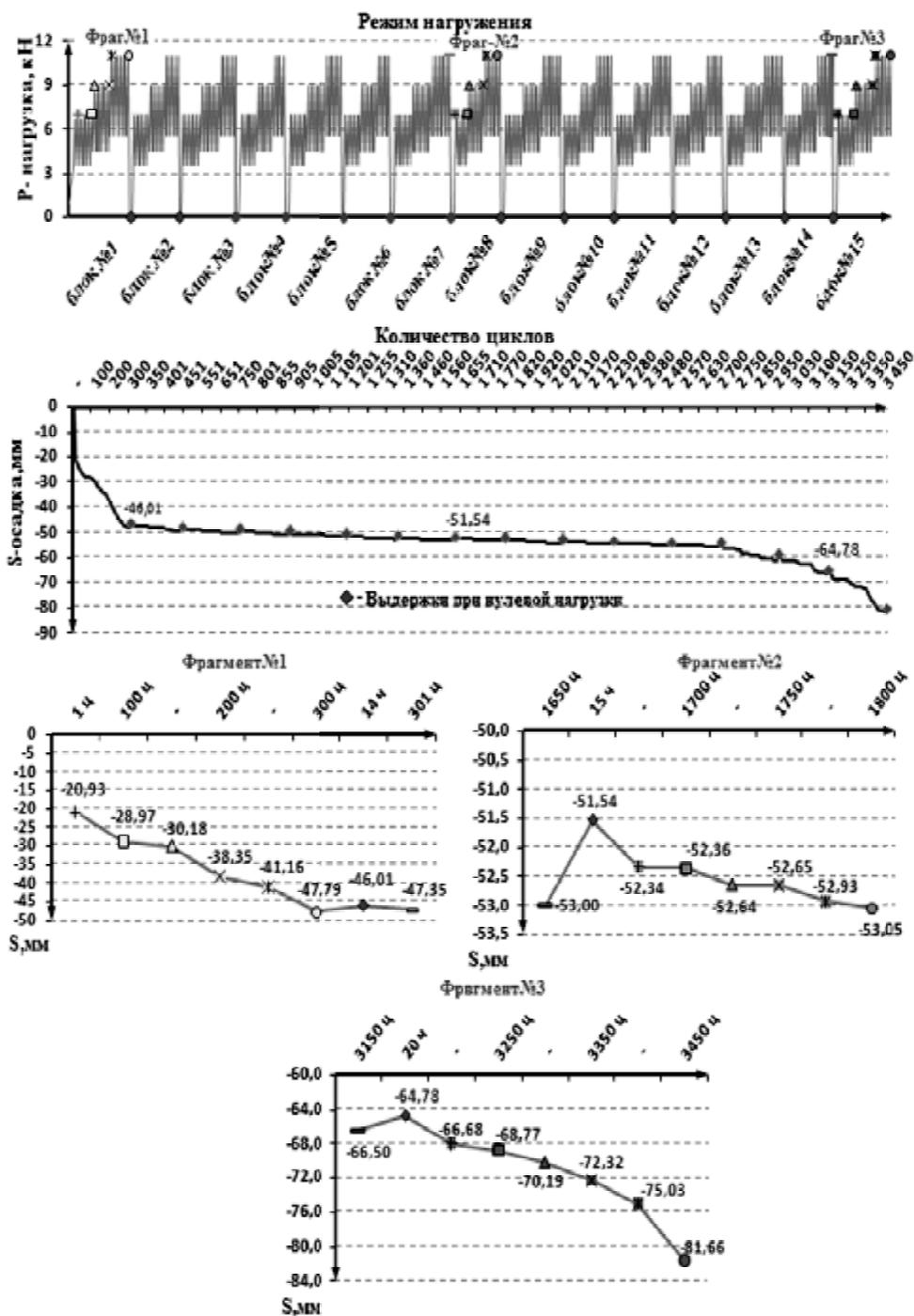


Рис. 5. Изменение осадки плитного фундамента в определенных точках в зависимости от режима нагружения (иллюстрация авторов)

На (рис. 5). Приведены графики изменения осадки в определённых точках нагружений. Как видно из графиков, при увеличении вертикальных нагрузок от 7-9 кН и 9-11 кН происходит увеличение осадок на 1,21-2,18 мм на блоке № 1; 0,28 мм – на блоке № 8 и 1,42-2,71 мм – на блоке № 15. Затем, при переходе на этапы разгрузки (этапы выдержки), происходит уменьшение осадок в пределах 1-2 мм в течение 14-30 часов. А когда опять увеличивается нагрузка с нуля до 7 кН, осадка увеличивается на 1,34 мм на блоке № 2; 0,8 мм – на блоке № 8 и 2 мм – на блоке № 15.

Анализируя результаты экспериментальных исследований глинистого грунта в объёмных лотках при режимном циклическом нагружении, можно сделать вывод о том, что происходит изменение всех деформационных и прочностных параметров глинистого грунта. Как видно из графиков (рис. 3-5), наблюдается увеличение вертикальных деформаций, и осадок основания модели плитного фундамента во всех блоках восходящего режима нагружения при действии циклических нагрузок, в пределах каждого блока происходило увеличение вертикальных деформаций и осадок. Деформации с различной интенсивностью развивались на всем протяжении испытаний. Наиболее интенсивное развитие деформаций происходило в начальной стадии каждого блока нагружения. Затем наступала относительная стабилизация, но полной стабилизации деформаций не наблюдалась при переходах на блоки с большим уровнем напряжений. В начальный период не наблюдается резких скачков деформаций, это связано с процессами самоупрочнения и самозалечивания грунта и перераспределением усилий между характерными зонами основания по площади и глубине. Затем, после 100-200 циклов нагружения, начинается приращение деформаций и осадок грунтового основания. При переходах на другие блоки наблюдается аналогичный характер развития деформации. При переходах на блоки с меньшим уровнем нагрузки в момент изменения режима нагружения происходит незначительное уменьшение полных деформаций за счет упругой составляющей или деформации стабилизируются. Затем, по мере увеличения времени приложения циклической нагрузки, происходит дальнейшее приращение деформаций. Характер развития деформаций в блоках с меньшим уровнем напряжений зависит от продолжительности действия циклической нагрузки в блоках с высокими напряжениями и продолжительности рассматриваемого блока нагружения (рис. 3-5). Природа этого явления объясняется эффектом задержки развития микро- и макротрещин и эффектом самоупрочнения и самозалечивания глинистого грунта за счет восстановления структурных и коагуляционных связей после перехода на блок с меньшим уровнем нагрузки. Необходимо отметить, что накопление общих деформаций происходит, в основном, за счет пластичной составляющей. Упругие деформации в пределах каждого блока циклического нагружения меняются незначительно (рис. 3-5).

Заключение

Основываясь на результате экспериментального исследования, можно сделать следующие выводы:

- При режимном блочном циклическом нагружении происходит изменение напряжений в грунте на всем протяжении испытаний. Наибольшее изменение происходит в центре под плитным фундаментом на глубине 20 см.

- Развитие деформации и осадки плитного фундамента при блочном циклическом нагружении происходит на трех стадиях нагружения. На первой стадии – стадия уплотнения грунта до 300 циклов – происходит интенсивное развитие осадок, и при этом осадка составляет 58 % от общей осадки. На второй стадии – стадия стабилизации грунта до 2700 циклов – интенсивность развития осадок уменьшается, но полной стабилизации осадок не происходит и при этом осадка составляет 12 % от общей осадки. На третьей стадии – стадия разрушения грунта до 3450 циклов – развитие осадок интенсивно увеличивается до потери несущей способности грунтового основания. При этом осадка составляет 30 % от общей осадки.

- После полной разгрузки (до нуля) каждого блока нагружения наблюдается за изменениями осадок от 12-ти часов до одних суток, при этом происходит уменьшение осадки плитного фундамента в пределах 1-2 % от общей осадки.

Список библиографических ссылок

1. Andersen K. H. Bearing capacity under cyclic loading offshore, along the coast and on land // NRC Research press. 2007. P. 513–535.
2. Adrian F. L., Yasuhara K., Hirao K. Stability criteria for marine clay under one way cyclic loading. Geotech Engng. 1993. P. 1771–1789.
3. Yasuhara K., Murakami S., Noritaka T., Adrian F. L. Settlements in fine-grained soils under cyclic loading // Soils and foundations. Japanese geotechnical society. 2001. P. 25–36.
4. Jia J. Dynamic and cyclic properties of soils // Soil dynamics and foundation modeling // Springer international publishing Ag. 2018. P. 75–108.
5. Braja M. D., Eun C. S. Cyclic load-induced settlement of foundations on clay : Fourth International conference on case histories in Geotech. Engng. 1998. P. 224–226.
6. Гольдштейн М. Н. Механические свойства грунтов: Напряженно-деформативные прочностные характеристики. М. : Стройиздат. 1979. 304 с.
7. Денисенко В. В., Ляшенко П. А. Упрочнение и разупрочнение глинистого грунта // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 120. С. 61–67.
8. Седин В. Л., Винников Ю. Л., Биксу К. М. О. Влияния повторных нагружений набивных свай в пробитых скважинах на деформативность их оснований // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2014. № 3. С. 112–120.
9. Шакиров И. Ф., Гарифуллин Д. Р. Исследование массива грунта, укрепленного напорной цементацией : сб. ст. VIII междунар. научно-практич. Конференции. Актуальные вопросы науки, технологии и производства // СПбГАСУ. Санкт-Петербург. 2015. С. 80–83.
10. Ляшенко П. А., Гохаев Д. В., Шмидт О. А. Оценка изменения деформационных характеристик глинистых грунтов в основании буронабивных свай при повторном нагружении // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2016. № 4. С. 123–132.

Mirsayapov Iizar Talgatovich

doctor of technical sciences, professor

E-mail: mirsayapov1@mail.ru

Sharaf Hani Mohammed Abdo

post-graduate student

E-mail: hani_2012@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st.1

**Experimental studies of bearing capacity and settlement
of foundations of clay soils under block regime cyclic loading****Abstract**

Problem statement. Experimental studies of bearing capacity and settlement of foundations of clay soils under block regime cyclic loading were carried out. Conducting lot tests with the help of an automated system program (ASIS), allowed to determining settlement of base, stress and strain in the soil.

Results. The results of experimental studies are presented in the form of graphs of precipitation and deformation depending on the loading mode. New data were obtained on the regularities of stress-strain clay soils under block cyclic loading.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction is that with regime block cyclic loads there is an increase in the deformation of the soil within the compressible strata, as well as the settlement of the base with different intensity in all the load blocks. The most intensive development of deformations of the soil and sediment of the base occurred at the initial stage of loading up to 300 cycles, when passing to the second stage stabilization occurred up to 2700 cycles. The loss of bearing capacity occurs at the third stage of

loading after reaching the limit state of the soil mass below the slab foundation.

Keywords: block cyclic loading, clay soil, settlement, stress, deformation.

References

1. Andersen K. H. Bearing capacity under cyclic loading offshore, along the coast and on land // NRC Research press 2007. P. 513–535.
2. Adrian F. L., Yasuhara K., Hirao K. Stability criteria for marine clay under one way cyclic loading. Geotech Engng. 1993. P. 1771–1789.
3. Yasuhara K., Murakami S., Noritaka T., Adrian F. L. Settlements in fine-grained soils under cyclic loading // Soils and foundations. Japanese geotechnical society. 2001. P. 25–36.
4. Jia J. Dynamic and cyclic properties of soils // Soil dynamics and foundation modeling // Springer international publishing Ag. 2018. P. 75–108.
5. Braja M. D, Eun C. S. Cyclic load-induced settlement of foundations on clay. Fourth International conference on case histories in Geotech. Engng. 1998. P. 224–226.
6. Gol'dshteyn M. N. Mechanical properties of soils: Stress-deformative strength characteristics. M. Stroyizdat. 1979. 304 p.
7. Denisenko V. V., Lyashenko P. A. Hardening and softening of clay soil // Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2016. № 120. P. 61–67.
8. Sedin V. L., Vinnikov U. L., Bixu K. M. The effect of repeated loads of packed piles in punched wells on the deformability of their bases // Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2014. № 3. P. 112–120.
9. Shakirov I. F., Garifullin D. R. Investigation of the soil massif strengthened by pressure carburizing : dig. of art. VIII international. Scientific and practical. Conference Actual issues of science, technology and production / SPbGASU. St. Petersburg, 2015. P. 80–83.
10. Lyashenko P. A., Gokhayev D. V., Schmidt O. A. Evaluation of changes in the deformation characteristics of clay soils at the base of bored piles under repeated loading // Vestnik PNIPU. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2016. № 4. P. 123–132.



УДК 004.942

Валеев Марат Рафаэлевич

инженер

E-mail: valeyev76@mail.ru

ООО «Газпром трансгаз Казань»

Адрес организации: 420073, Россия, г. Казань, ул. Аделя Кутуя, д. 41

Дюдина Ангелина Александровна

инженер-проектировщик II категории

E-mail: ange.jazz@yandex.ru

ООО «КЭР-Энерджи»

Адрес организации: 420036, Россия, г. Казань, ул. Восход, д. 45

Фатихов Алмаз Радикович

заместитель директора

E-mail: fatihov95@mail.ru

ООО «Стройтранском»

Адрес организации: 420029, Россия, г. Казань, ул. Сибирский Тракт, д. 34/1

Зиганшин Малик Гарифович

доктор технических наук, доцент

E-mail: [mjihan@mail.ru](mailto:mjihhan@mail.ru)

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Численные исследования совершенства сжигания газа в топках бытовых теплогенераторов

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – совершенствование топочных устройств, с позиции стесненности факела и полноты завершения процесса окисления горючих компонентов топливовоздушной смеси, что особенно актуально для бытовых генераторов, поскольку стремление к компактности топки значительно влияет на габариты устройства.

Результаты. В ходе проведения численных исследований определяются характеристики горения в зависимости от конструктивных особенностей топок котла «Bosch» Unimat UT-L18, газового отопительного конвектора «FEG» Beata 2 и конденсационного котла «Viessmann» Vitodens 100-W. Указанные типы теплогенераторов подобраны исходя из степени стесненности факела в топке. Под степенью стесненности здесь понимается отношение геометрических объемов факела и топки, с учетом конструктивных особенностей их форм и взаимного расположения. Обеспечивается возможность количественного анализа степени совершенства конструктивных параметров топок газоиспользующих устройств с целью нахождения резерва энергосбережения и экономного использования топлива.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в возможности совершенствования энергосберегающих технологий для проектирования и строительства систем теплоснабжения зданий различного назначения. Их использование позволяет конструировать топочные устройства, исключающие гибель активных центров на стенках экранных поверхностей с обрывом элементарных стадий реакции окисления метана и других горючих компонентов при сжигании природного газа.

Ключевые слова: вычислительная гидродинамика, Computational Fluid Dynamics, Gambit, Fluent, котлы, энергоэффективность, горение, топочные устройства.

Введение

Распространенные в настоящее время теплогенераторы малой и средней производительности имеют, как правило, высокие паспортные показатели коэффициента использования топлива. При их конструировании и модернизации производители часто основываются на данных численных исследований тех или иных элементов. Достаточно много работ традиционно посвящается исследованиям параметров, влияющих на

образование оксидов азота при горении топлива [1-5] и других загрязнителей, однако резервы энергоэффективности и экологичности аппаратов еще далеко не исчерпаны.

Анализ исследований кинетики топочных процессов в стесненных условиях

Исследование совершенства топочных устройств с позиции стесненности факела и полноты завершения процесса окисления горючих компонентов топливовоздушной смеси – одно из перспективных направлений. Проблема особенно актуальна для бытовых генераторов, поскольку стремление к компактности значительно повлияло на габариты топок современных устройств. Вместе с тем данный вопрос затрагивается исследователями нечасто. Одна из причин состоит в том, что для крупных теплогенераторов острой проблемы в этом направлении нет, а методология их исследования является классической и традиционно служит основой для организации исследований других классов теплогенерирующих устройств. В данной работе рассмотрены способы построения и результаты исследований методами вычислительной гидродинамики (Computational Fluid Dynamics-CFD) численных моделей трех бытовых теплогенераторов с различной степенью стесненности факела.

Хотя численные исследования кинетики факела проводятся регулярно [6], исследования по сжиганию газа в стесненных условиях встречаются нечасто. Из исследований непосредственно на данную тему, выполненных за последние 15 лет, можно отметить работу Вуталуру Р., Вуталуру Х. Б. [7]. Фундаментальное рассмотрение проблемы кинетики горения в стесненных условиях, с анализом имевшихся на то время работ экспериментального характера, приведено в работе Льюиса Б. и фон Эльбе Г. [8]. В работе подробно рассмотрено условие, при котором происходит обрыв или зарождение цепей элементарных стадий окисления горючего на стенках. Скорость обрыва реакций на стенке связывается со скоростью диффузии к ней молекул горючего и с интенсивностью разветвления цепей элементарных стадий реакций. В предположении (в соответствии с МКТ) пропорциональности скорости диффузии числу ударов молекул о поверхность, получено выражение для средней концентрации активных центров \bar{n} :

$$\bar{n} = \frac{3m_0 r}{p^2 D \frac{1}{r^2} \frac{1}{1 + (2l/er)(1-e)} - \alpha}, \quad (1)$$

где α – константа скорости разветвления, r – радиус сосуда, ε – вероятность обрыва цепи на стенке, D – коэффициент диффузии.

На основании численных расчетов авторами [8] установлено, что погрешность вычислений по данной формуле не превышает 40 %, что считается приемлемым результатом при кинетических исследованиях.

В соответствии с работой Зельдовича Я. Б., Баренблата Г. И., Либровича В. Б., Махвеладзе Г. М. [9], кроме процессов, порождающих активные частицы, всегда есть процессы, которые приводят к их гибели. Если активный центр выводится из реакции при столкновении со стабильной молекулой или в результате диффузии к стенкам сосуда, то скорость этого процесса тоже пропорциональна концентрации активных центров. Выражение для изменения концентрации активных центров будет иметь вид:

$$dn/dt = W_0 + fn - gn, \quad (2)$$

где W_0 – скорость зарождения активных центров; f , g – константы скоростей разветвления и обрыва цепей.

Если скорость обрыва цепей больше скорости разветвления, то концентрация активного продукта с течением времени стремится к стационарному значению, далее остается неизменной, а реакция протекает с постоянной скоростью при постоянных концентрациях исходных веществ (стационарное горение).

Типичным примером разветвленной цепной реакции является окисление водорода кислородом. Зарождение цепи при этой реакции связано с образованием атомарного водорода, возникающего, например, под влиянием света или при столкновении молекулы водорода с раскаленным телом M (электрическая искра, пламя и др.):



Далее последовательно протекает следующая цепь реакций:



Складывая данные три реакции, получаем итоговый результат этого цикла:



Таким образом, вступление в реакцию одного активного центра (в данном случае атома водорода) параллельно с образованием конечного продукта (в данном случае молекулы H_2O) вызывает появление трех новых атомов водорода, каждый из которых должен стать началом новой цепи превращений. Следовательно, уничтожение одного активного центра на стенке приводит к незавершенности цепи элементарных стадий непосредственно данной реакции окисления, а также к обрыву последующих трех цепей.

Горение метана – CH_4 , являющегося основным компонентом природного газа, протекает по более сложному механизму. В реакции продукта его деструкции в зоне высоких температур радикала метила CH_3 с молекулой кислорода образуется промежуточный стабильный продукт – формальдегид, который и обеспечивает в дальнейшем образование разветвляющихся цепных реакций радикалов и других активных центров:



Очевидно, что в условиях, приводящих к гибели активных центров на стенках, реакция окисления метана не будет завершаться конечными продуктами CO_2 и H_2O , то есть сжигание природного газа будет проходить с заметным химическим недожогом.

Имеются также работы (например, работа авторов Чжоу Ю., Сюй Т., Хюэй С. [10]), в которых обеспечение полного развития процесса сжигания топлива для завершения реакций окисления и образования конечных продуктов сгорания в пределах топки связывается с решениями по конструктивной оптимизации топочных устройств и таких теплотехнических и гидродинамических параметров потока в них, как полей скоростей, температур, давлений, линий тока, зон отрыва и вращения в целом по исследуемой топке и возле ее характерных элементов.

Численное моделирование топок теплогенераторов с различной степенью стесненности факела

В данной работе проведено численное исследование трех газоиспользующих аппаратов, различающихся степенью стесненности факела в топке. Под степенью стесненности здесь и далее понимается отношение геометрических объемов факела и топки, с учетом конструктивных особенностей их форм и взаимного расположения. Исследование выполнено на основе связки программных продуктов: препроцессор Gambit (среда эмуляции Exceed), решатель ANSYS Fluent и постобработка результатов средствами Tecplot.

Модель топки котла Buderus Logano

Наименьшая степень стесненности из рассмотренных устройств у топки водогрейного жаротрубного котла «Bosch» Unimat UT-L18 («Buderus» Logano S825L), который специально сконструирован с низкой объемной нагрузкой топки при ее достаточно больших размерах с целью снижения выброса NO_x и CO . Для создания численной двумерной модели в препроцессоре принят типоразмер котла с номинальной теплопроизводительностью 2500 кВт (длина топки 3148 мм, диаметр жаровой трубы 776 мм). Из трехходовой конструкции топки выполнено моделирование первого и части второго хода топочного устройства, в пределах которых завершается реакционная зона факела. Принята следующая технология построения геометрии топки. По данным каталога производителя (Технические характеристики водогрейного котла Unimat UT-L. URL: <https://www.bosch-climate.ru/bosch-products/promyslennye-kotly/utl.html>) строятся координаты точек – узлы (vertex). После этого точки соединяются в ребра (edge), а ребра в грани (face). После получения плоской модели топки в ее внутренней области генерируется расчетная сетка (рис. 1а). Созданная модель экспортируется далее в процессор ANSYS Fluent, задаются начальные и граничные условия для расчета процесса горения. Тип материала «MaterialType» – воздух+метан. Движение смеси турбулентное,

модель турбулентности k-epsilon, модель горения – без предварительного смешения (Species Transport). Так как в топке происходит сложный лучисто-конвективный теплообмен, дополнительно к дифференциальным уравнениям движения и сплошности включены уравнения энергии «EnergyEquation» и излучения DO.

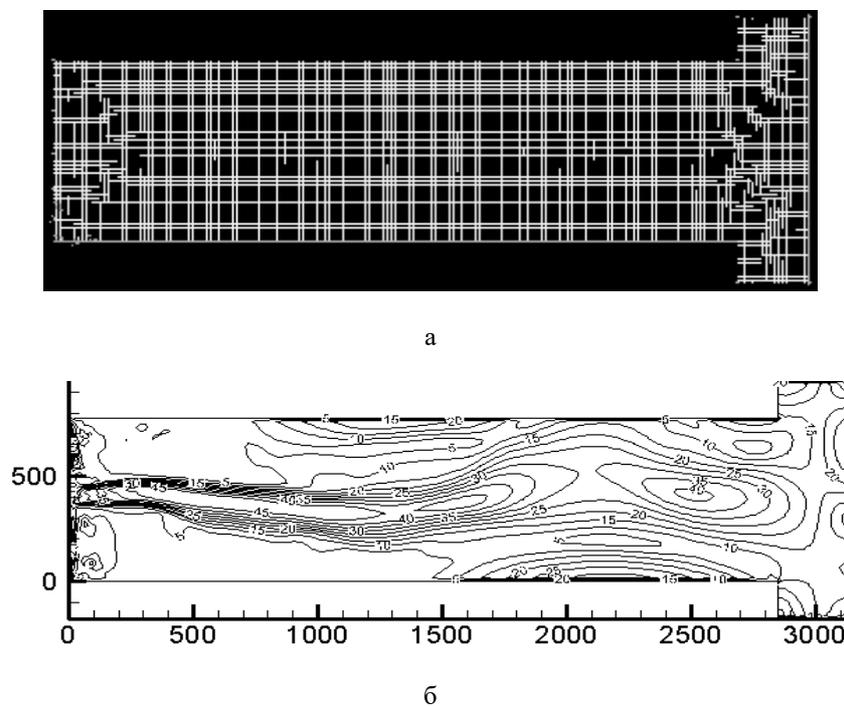


Рис. 1. Моделирование топки котла UT-L18:
а – расчетная сетка в препроцессоре Gambit; б – поле скоростей в характерных зонах, м/с,
длина и диаметр топки указаны в мм (иллюстрация авторов)

Граничные условия для потоков в топке принимались в соответствии с работой Логачева К.И., Зиганшина А.М., Аверковой О.А., Логачева А.К. [11]. В качестве граничных условий на входе газа и воздуха принято постоянство скорости потока «Velocity-inlet». Поскольку большая часть второго хода и третий ход котла UT-L18 не рассматривались, то на выходе из первого хода было принято граничное условие удаления потока (оттока) без уточнения «Outflow».

На выходе из газовой рампы принято условие постоянства избыточного давления $P = 102034$ Па, т.к. топка под наддувом. При расходе воздуха $G = 0,81$ м³/с его начальная скорость v задана равной 9 м/с. Расход природного газа усредненного состава принят в соотношении с воздухом 1:10 из расчета коэффициента избытка воздуха α до 1,05. Гидравлический диаметр выходного отверстия для газа $d = 0,338$ мм. Температура смеси на выходе из газовой рампы 19°С.

Модель топки конвектора «FEG» Beata 2

Далее рассмотрен аппарат с более высокой степенью стеснения факела в топке – газовый отопительный конвектор «FEG» Beata 2 с герметичной камерой сгорания и забором наружного воздуха на горение через коаксиальный газоход. Данный аппарат представляет собой отопительный прибор, размещаемый непосредственно в отапливаемом помещении, ввиду чего при его конструировании компактности придается большое значение. Однако влияние стенок сказывается на завершении процесса горения и на рациональности использования газового топлива в конвекторе. Численное моделирование топочного процесса позволяет выявить возможности усовершенствования конструкции топки с целью снижения влияния стенок и повышения коэффициента использования топлива.

Построена 3D-геометрия топки газового конвектора «FEG» Beata 2 в программе Gambit (рис. 2а). Для построения выбран тетраэдрально-гибридный тип сетки, с расстоянием между элементами 0,005 м. Начальное число узлов в модели 9794, количество ячеек – 49897. Как и в предыдущем случае, полученная модель была экспортирована в решатель ANSYS Fluent, и в качестве расчетной модели турбулентности была выбрана k-ε модель со стандартными пристеночными функциями, с учетом влияния нагрева на вязкость потока. В расчеты также включены уравнение энергии и уравнение излучения по модели DO.

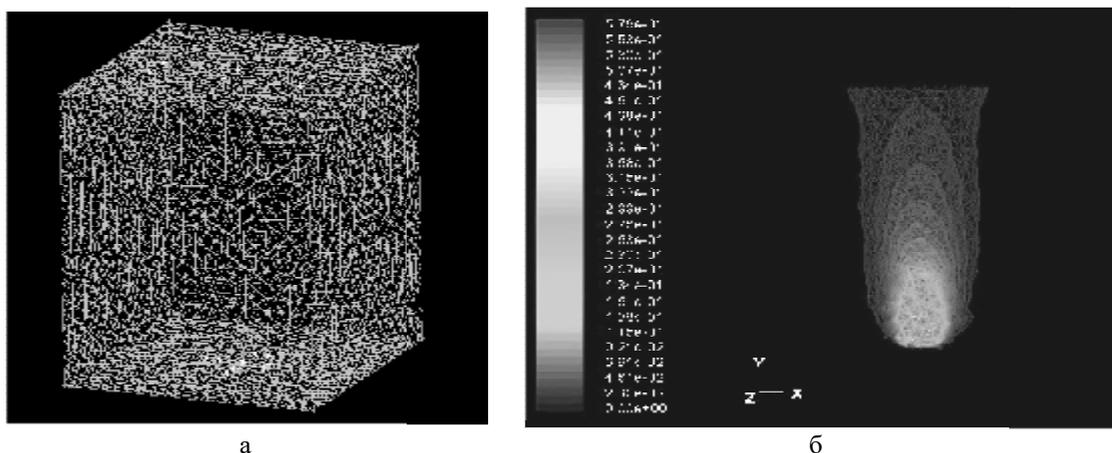


Рис. 2. Трехмерное моделирование топки конвектора Feg Beata 2:

а – расчетная сетка в препроцессоре Gambit;

б – массовые концентрации, %, метана в топочном пространстве (иллюстрация авторов)

Граничные условия были выбраны аналогично предыдущей модели: на входе газа и воздуха принято постоянство скорости потока «Velocity-inlet», на выходе из топки – отток «Outflow». При расходе газа (метана) $G_{\Gamma} = 0,25 \text{ м}^3/\text{с}$ (0,178 кг/с), начальная скорость его V_{Γ} задана равной 5 м/с. Расход воздуха определен по объему из расчета 10 частей воздуха на 1 часть газа. Соответственно, расход воздуха $G_{\text{в}} = 2,5 \text{ м}^3/\text{с}$ (3,219 кг/с), а скорость воздуха $V_{\text{в}}$ на выходе из 4 сопел составляет 1 м/с. Следовательно, исходная массовая концентрация воздуха в газозвушной смеси составляет 94,75 %, метана 5,25 %.

Модель топки котла Vitodens 100-W

Далее было выполнено моделирование аппарата с наибольшей стесненностью факела в топке – конденсационного одноконтурного котла «Viessmann» Vitodens 100-W. Вместе с тем необходимо отметить, что в данной линейке котлов при минимизации габаритов топки использована специальная конструкция горелки с множеством огневых отверстий. Рассредоточение фронта пламени на большое число отдельных пламен сокращает их высоту до 10-20 мм и исключает соприкосновение зоны горения с экранной поверхностью топки.

Для построения модели топки в препроцессоре был выбран тетраэдрально-гибридный тип сетки с расстоянием 0,008 м между элементами. Начальное число ячеек составило 63758. Конструкция газовой горелки котла, по сути, представляет собой пористый металлический излучатель. На поверхности горелки в тонкой реакционной зоне толщиной до 0,01 м происходит окисление горючих компонентов топлива кислородом. Поэтому она смоделирована в виде пористой зоны (внутренний цилиндр на рис. 3а). Топка котла также цилиндрическая и образуется экранными тороидальными элементами, которые одновременно выполняют и роль конвективных поверхностей нагрева, так как между ними проходят продукты сгорания топливного газа. Поэтому топка также смоделирована как пористая зона (внешний цилиндр на рис. 3а).

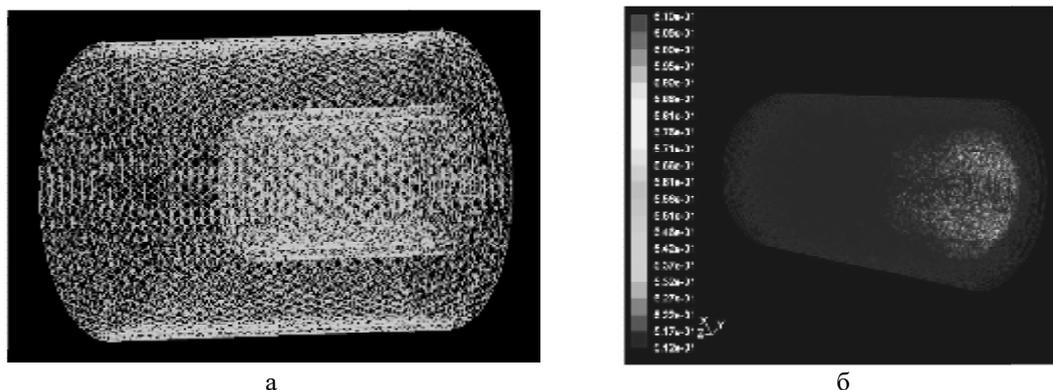


Рис. 3. Моделирование топки котла Vitodens 100-W: а – расчетная сетка в препроцессоре Gambit; б – массовые концентрации метана в пробных расчетах (иллюстрация авторов)

Полученная модель была экспортирована в решатель ANSYS Fluent. Как и в предыдущих случаях, в качестве расчетной модели турбулентности была выбрана k-ε модель со стандартными пристеночными функциями, с учетом влияния нагрева на вязкость. Были включены в расчет уравнение энергии и уравнение излучения по модели DO. Граничным условием для смеси газа и кислорода на входе принято постоянство скорости потока «Velocity-inlet». На выходе из топки (поверхность теплообменника) в качестве граничного условия выбран отток «Outflow».

В отличие от предыдущих моделей, поставлены условия для пористых зон посредством задания исходных значений их вязкостных и инерционных сопротивлений (Inertial Resistance and Viscous Resistance). В пробных расчетах расход кислорода принят в количестве 1 части на 2 части газа (по объему). При расходе газа $G_r = 0,45 \text{ м}^3/\text{с}$ ($0,321 \text{ кг/с}$) соответственно, расход кислорода $G_k = 0,9 \text{ м}^3/\text{с}$ ($1,286 \text{ кг/с}$), газокислородной смеси $G_{гкс} = 1,35 \text{ м}^3/\text{с}$ ($1,607 \text{ кг/с}$). Следовательно, исходная массовая концентрация кислорода в газокислородной смеси составляет 66,7 %, метана 33,3 %.

Обсуждение результатов численных исследований

В результате численных расчетов 2D-модели топки водогрейного котла «Bosch» Unimat UT-L18 получены поля скоростей (рис. 1б), температур и концентрации метана в характерных зонах топки, а также линии тока. Численные расчеты также показали, что влияние стенок топки на завершение процесса горения метана незначительное. Результаты расчетов показали, что факел развивается в центральной части жаровой трубы. На расстоянии от входа до 1000 мм факел имеет диаметр до 400 мм и располагается на расстоянии от стенок порядка 150-200 мм. Далее зона горения постепенно сужается, и на расстоянии около 2000 мм температура становится ниже 1300 К, что было приближенно принято за завершение стадии окисления с максимальной высокой скоростью реакций вследствие их прохождения по радикально-цепному механизму. Данные расчетов по метану показали, что влияние стенок топки на завершение процесса горения метана незначительное. На рис. 1б зона интенсивного окисления на длине топки до 2000 мм приближенно ограничивается изотаксами 15 м/с. Внутри нее скорость продуктов горения повышается до 50 м/с из-за их расширения вследствие роста температуры к ядру факела. Можно также наблюдать зону повышенных скоростей по центру жаровой трубы (до 40 м/с) на диапазоне ее длины 2200-3000 мм. Однако здесь причина не в повышении температуры, а в торможении центральной струи и в возникновении вихря вследствие затрудненности выхода из первого хода топки, поскольку для двумерной геометрии и принятого в задаче условия выхода потока «Outflow» без уточнения параметров. Такой выход представляется как местное сопротивление типа «внезапное расширение». Таким образом, полученные в результате расчетов поля скоростей позволяют говорить об отсутствии физической неадекватности построенной и рассчитанной модели. Кроме того, по линиям тока были определены

расходы продуктов сгорания. Их сопоставление с расходами дымовых газов, подсчитанными по исходным данным, позволило окончательно установить физическую адекватность модели. Это облегчило проведение анализа на физичность последующих трехмерных моделей, для которых были приняты такие же общие граничные условия.

Для проверки результатов построения 3D-модели топки конвектора Feg Beata 2 на физическую адекватность были выполнены пробные расчеты (до 1000 итераций). Далее сетка была адаптирована в программе Fluent «по региону» до исключения сеточной зависимости. После адаптации конечное число узлов стало равно 72326, а количество ячеек сетки составило 399176. На этой сетке получено распределение концентрации метана в топочном пространстве (рис. 2б), а также линий тока, скоростей и температур в топке. В качестве контролируемых величин в ходе решения задачи приняты температура, статическое давление и массовая доля метана в контрольных точках на краях огневых отверстий горелки (в верхней горизонтальной плоскости модели, рис. 2а).

По полученным в численном исследовании данным, представленным на рис. 2а, 2б, можно видеть, что максимальная концентрация не конвертированного метана в начале пламенной зоны составляет $5,76 \cdot 10^{-1}$ % масс., то есть 11 % его начального количества. Следовательно, 89 % метана, поступившего в зону горения, конвертировались до CH_3 уже на начальном участке факела. Это позволяет прогнозировать прохождение стадий элементарных реакций (6, 7, 8) и завершение окисления этой части метана в пределах топки. По рис. 2б также можно установить и то, что массовая концентрация не конвертированного метана становится равной нулю только в конце топки, а в ее середине концентрация метана на границе зоны горения еще находится в пределах 0,023–0,0461 % масс. Поскольку размеры зоны горения соизмеримы с шириной топки, то становится очевидным, что стесненность факела приводит к невозможности осуществления реакций (6, 7, 8) для 0,5–0,9 % исходного метана. При этом необходимо заметить, что для полного сгорания топлива требуется еще окисление образовавшегося в реакции (8) угарного газа до CO_2 . Следовательно, в этом случае можно ожидать величины химического недожога до 1 %, что выше декларируемых показателей.

После проверки результатов построения 3D-модели топки котла «Viessmann» Vitodens 100-W на физическую адекватность на основании пробных расчетов была проведена адаптация «по региону» до исключения сеточной зависимости, после чего конечное число узлов сетки составило 43713, а ячеек – 234978. При данном количестве ячеек сеточная зависимость становится пренебрежимой, а их размер – достаточным для разрешения реакционных зон горения вокруг горелки. Окончательные результаты расчетов топки были также верифицированы на соответствие исходным данным: максимальная температура в зоне горения составила 3100 К. Это очень близко к опытным данным по спектрометрии пламен: по [12], максимальные температуры в свободном пламени на расстоянии 5–10 мм от вершины конусного фронта горения, определенные по обращенным линиям натрия, составляют для газокислородной смеси 2740 °С. Сравнение результатов исследований, приведенных на рис. 3, показывает, что на начальном участке пламени максимальная концентрация не конвертированного метана составляет $6,1 \cdot 10^{-1}$ % масс., то есть 3 % его начального количества. Ускорение процесса по сравнению с предыдущим случаем хорошо объясняется отсутствием в исходной смеси инертных молекул N_2 . Вместе с тем приведенные далее данные по исследованию численной модели топки необходимо рассматривать как ориентировочные, поскольку на результаты расчетов пористых зон сильно влияют начальные значения вязкостных и инерционных коэффициентов гидравлических сопротивлений, а для рассмотренных конструкций опытные сведения по ним отсутствуют.

Расчеты показали также следующее. Несмотря на особую конструкцию горелки, уменьшающую высоту пламенной зоны, и интенсификацию процесса горения вследствие отсутствия в ней молекул N_2 , из рис. 3б, можно видеть, что у экранной поверхности топки (т.е. у внутренней поверхности внешнего цилиндра) концентрация не конвертированного метана по сравнению с предыдущим случаем остается более высокой. Это свидетельствует о замедлении процесса окисления, что можно объяснить

понижением температуры зоны горения из-за интенсивного отбора лучистой теплоты, вследствие приближения к ней экранной поверхности теплообменника. Следовательно, возрастает вероятность обрыва элементарных стадий (6, 7, 8) реакции окисления метана из-за гибели активных центров на его стенках, а топки с подобным сочетанием конструктивных и теплотехнических характеристик горелок и экранных поверхностей более подходят для сжигания высокотемпературного топлива, например, оксида углерода и/или водорода.

Заключение

Таким образом, проведенные численные исследования позволили наглядно определить характеристики горения в зависимости от конструктивных особенностей топок исследованных аппаратов. Представленные способы моделирования топочных процессов обеспечивают возможность количественного анализа для совершенствования конструктивных характеристик топочных и горелочных устройств с целью нахождения резерва энергосбережения и экономного использования газового топлива, что важно и с позиции сокращения выброса парниковых газов в строительном секторе. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит также в возможности совершенствования энергосберегающих технологий, применяемых в настоящее время при проектировании и строительстве систем теплоснабжения зданий различного назначения. Их использование позволит конструировать топочные и горелочные устройства, исключая гибель активных центров на стенках экранных поверхностей с обрывом элементарных стадий реакции окисления метана и других горючих компонентов при сжигании природного газа.

Список библиографических ссылок

1. Cao H. L., Sun S. Z., Liu Y. H. Computational fluid dynamics modeling of NO_x reduction mechanism in oxy-fuel combustion // *Energy Fuels*. 2010. № 24. P. 131–135.
2. Houshfar E., Skreiberg O., Løvas T. Effect of excess air ratio and temperature on NO_x emission from grate combustion of biomass in the staged air combustion scenario // *Energy Fuels*. 2011. № 25. P. 4643–4654.
3. Li S., Xu T., Hui S. NO_x emission and thermal efficiency of a 300 MW utility boiler retrofitted by air staging // *Applied Energy*. 2009. № 86. P. 1797–1803.
4. Khanafer K., Aithal S. M. Fluid-dynamic and NO_x computation in swirl burners // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2011. № 54. P. 5030–5038.
5. Li X., Jia L. Investigation on combustion characteristics and NO formation of methane with swirling and non-swirling high temperature air // *Thermal Science*. 2014. № 23. P. 472–479.
6. Aspden A. J., Day M. S., Bell J. B. Three-dimensional direct numerical simulation of turbulent lean premixed methane combustion with detailed kinetics // *Combustion and Flame*. 2016. № 166. P. 266–283.
7. Vuthaluru R., Vuthaluru H. B. Modelling of a wall fired furnace for different operating conditions using FLUENT // *Fuel Processing Technology*. 2006. № 87. P. 633–639.
8. Lewis B., von Elbe G. *Combustion, flames and explosions of gases*. New York and London, 1961. 731 p.
9. Зельдович Я. Б., Баренблат Г. И., Либрович В. Б., Махвеладзе Г. М. *Математическая теория горения и взрыва*. М. : Наука, 1980. 480 с.
10. Zhou Y., Xu T., Hui S. Experimental and numerical study on the flow fields in upper furnace for large scale tangentially fired boilers // *Applied Thermal Engineering*. 2009. № 29. P. 732–739.
11. Logachev K. I., Ziganshin A. M., Averkova O. A., Logachev A. K. A survey of separated airflow patterns at inlet of circular exhaust hoods // *Energy & Buildings*. 2018. № 173. P. 58–70.

12. Стаскевич Н. Л., Северинец Г. Н., Вигдорчик Д. Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. Л. : Недра, 1990. 762 с.

Valeev Marat Rafaelevich

engineer

E-mail: valeyev76@mail.ru

LLC «Gazprom Transgaz Kazan»

The organization address: 420073, Russia, Kazan, Adel Kutuya st., 41

Dyudina Angelina Alexandrovna

design engineer II category

E-mail: ange.jazz@yandex.ru

LLC «KER-Energy»

The organization address: 420036, Russia, Kazan, Voshod st., 45

Fatikhov Almaz Radikovich

deputy director

E-mail: fatihov95@mail.ru

LLC «Stroytranscom»

The organization address: 420029, Russia, Kazan, Sibirskiy trakt st, 34/1

Ziganshin Malik Garifovich

doctor of technical sciences, associate professor

E-mail: [mjihan@mail.ru](mailto:mjihhan@mail.ru)

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Numerical investigations of the perfection of gas combustion
in the furnaces of domestic heat generators**

Abstract

Problem statement. The purpose of the study is to improve the combustion devices from the standpoint of torch constraint and the completeness of the process of oxidizing the combustible components of the air-fuel mixture is especially important for household generators, since the desire for compactness of the furnace significantly affects the size of the device.

Results. In the course of carrying out numerical studies, the combustion characteristics are determined depending on the design features of the furnaces of the Bosch boiler Unimat UT-L18, the gas heating convector FEG Beata 2 and the Viessmann condensing boiler Vitodens 100-W. The equipment is selected based on the degree of tightness of the torch in the furnace. The degree of constraint here is understood as the ratio of the geometric volumes of the torch and the firebox, taking into account the design features of their forms and mutual arrangement. The possibility of a quantitative analysis of the degree of perfection of the design parameters of the furnaces of gas-using devices in order to find a reserve of energy saving and economical use of fuel is provided.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry consists in the possibility of improving energy-saving technologies for the design and construction of heat supply systems for buildings of various purposes. Their use makes it possible to design furnace devices that exclude the disconnection of elementary stages of methane oxidation and the death of active centers of fuel combustion processes on the walls of screen surfaces.

Keywords: computational fluid dynamics, Gambit, Fluent, boilers, energy efficiency, combustion, furnace devices.

References

1. Cao H. L., Sun S. Z., Liu Y. H. Computational fluid dynamics modeling of NO_x reduction mechanism in oxy-fuel combustion // Energy Fuels. 2010. № 24. P. 131–135.

2. Houshfar E., Skreiberg O., Løvas T. Effect of excess air ratio and temperature on NO_x emission from grate combustion of biomass in the staged air combustion scenario // *Energy Fuels*. 2011. № 25. P. 4643–4654.
3. Li S., Xu T., Hui S. NO_x emission and thermal efficiency of a 300 MW utility boiler retrofitted by air staging // *Applied Energy*. 2009. № 86. P. 1797–1803.
4. Khanafer K., Aithal S. M. Fluid-dynamic and NO_x computation in swirl burners // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2011. № 54. P. 5030–5038.
5. Li X., Jia L. Investigation on combustion characteristics and NO formation of methane with swirling and non-swirling high temperature air // *Thermal Science*. 2014. № 23. P. 472–479.
6. Aspden A. J., Day M. S., Bell J. B. Three-dimensional direct numerical simulation of turbulent lean premixed methane combustion with detailed kinetics // *Combustion and Flame*. 2016. № 166. P. 266–283.
7. Vuthaluru R., Vuthaluru H. B., Modelling of a wall fired furnace for different operating conditions using FLUENT // *Fuel Processing Technology*. 2006. № 87. P. 633–639.
8. Lewis B., von Elbe G. *Combustion, flames and explosions of gases*. New York and London, 1961. 731 p.
9. Zeldovich Ya. B., Barenblat G. I., Librovich V. B., Makhveladze G. M. *Mathematical theory of combustion and explosion*. M. : Nauka, 1980. 480 p.
10. Zhou Y., Xu T., Hui S. Experimental and numerical study on the flow fields in upper furnace for large scale tangentially fired boilers // *Applied Thermal Engineering*. 2009. № 29. P. 732–739.
11. Logachev K. I., Ziganshin A. M., Averkova O. A., Logachev A. K. A survey of separated airflow patterns at inlet of circular exhaust hoods // *Energy & Buildings*. 2018. № 173. P. 58–70.
12. Staskevich N. L., Severinets G. N., Vigdorichik D. Ya. *Handbook of gas supply and use of gas*. L. : Nedra, 1990. 762 p.

УДК 697.34

Чичерин Станислав Викторович

аспирант

E-mail: man_csv@hotmail.com

Омский государственный университет путей сообщения

Адрес организации: 644046, Россия, г. Омск, пр. Маркса, д. 35

Збараз Леонид Иосифович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: Zbaraz_Len@ukr.net

НТУ Харьковский Политехнический институт

Адрес организации: 61002, Украина, г. Харьков, ул. Фрунзе, д. 21

Теплотехническая характеристика квартальной застройки – причина прекратить строительство микрорайонов

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявить, чем, с точки зрения использования энергоресурсов, квартальная застройка отличается от микрорайонной, и не приведет ли она к снижению энергоэффективности тепловых сетей и систем отопления. Эта задача актуальна. В последние годы в архитектурно-строительной среде активно обсуждается идея перехода от микрорайонной застройки к квартальной, т.к. она является более прогрессивной и комфортной для жителей.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в установлении того факта, что, несмотря на все достоинства квартальной застройки, девелоперы не прилагают достаточных усилий для ее развития, прикрываясь требованиями к инсоляции, шумозащищенности и противопожарной безопасности. Средняя относительная доля тепловых потерь при микрорайонной застройке – 7,60 %. Эта величина заметно больше соответствующей квартальной застройке территории (4,23 %), когда тепловые сети прокладываются преимущественно по техническому подполью проектируемых и существующих зданий.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в доказательстве того, что квартальная застройка также более эффективна с точки зрения использования тепловой энергии. При использовании меньшего количества энергоресурсов при эксплуатации дома средней этажности жильцы тратят меньшее количество денежных средств после покупки такой недвижимости.

Ключевые слова: теплоснабжение, высотное здание, компактность, отопление, насос, независимый.

Введение

4 декабря 2018 г. на расширенном заседании комитета Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике, местному самоуправлению и делам Севера было заявлено, что более 3,5 тыс. га неэффективно используемых федеральных земель будут ежегодно вовлекаться в оборот под строительство жилья и инфраструктуры [1]. Согласно утвержденному правительством плану в 2025 году потребление тепловой энергии должно снизиться на 3,75 млн. Гкал, в 2030 – на 59,6 млн. Гкал [2]. Один из возможных резервов снижения теплопотребления при росте объемов строительства – это жилищный сектор. Квартальная застройка с 2014 года привлекает специалистов своей рациональностью. В 2018 г. опубликована статья [3], где описывается, как на людей воздействует городское пространство. Среда, окружающая горожанина, может способствовать позитивному восприятию жизни, а может, наоборот, препятствовать, причем, достигается это довольно понятными и простыми методами [4]. Работы [5, 6] также приводят преимущества и недостатки кварталов и микрорайонов, но сравнение осуществляется без численных характеристик.

Альвс и др. [7] оценивают потенциал энергосбережения, однако лишь высотных офисных зданий, небоскребов. Особенности использования современных типов высотных

зданий для увеличения плотности и улучшения качественных характеристик населенных пунктов показаны в работе [8]. Управление теплогидравлическим режимом системы централизованного теплоснабжения крупного населенного пункта может быть представлено управлением упрощенной цепочкой: массив источников тепловой энергии – массив ее потребителей, состояние обоих элементов которой, в основном, зависит лишь от температуры наружного воздуха [9]. Кай и др. [10] анализируют здание, как элементарного потребителя тепловой энергии, моделируя поведение систем отопления и ГВС в динамике. В работе [11] оптимизируются показатели энергоэффективности ограждающих конструкций, причем моделируется работа системы отопления в нестационарном режиме. Методы оптимизации, в отличие от метода критериального сравнения, вообще получили большое распространение последнее время [12-14], что может быть объяснено высокой производительностью домашних и офисных компьютеров. Вайсманн и др. [15] описали разнородность тепловых нагрузок типового жилого квартала, но на примере квартала, находящегося в Германии. Применительно к индивидуальному жилищному строительству оптимальная конфигурация и тепловые потери рассматриваются в [16]; технологии строительства многоэтажных жилых домов не затрагиваются. Лидберг и др. [17] связывают тепловые потери зданий, величину потребляемой энергии и отрицательное влияние на окружающую среду. Тепловые потери трубопроводов тепловых сетей не раз становились предметом исследований [18, 19], однако делается это чаще без привязки к более конкретной задаче, например, задачи сравнения двух типов застройки.

Вышесказанное не позволяет выполнить верификацию результатов настоящего исследования путем сравнения с результатами, полученными другими авторами.

Таким образом, требуется выяснить, чем с точки зрения использования энергоресурсов квартальная застройка отличается от микрорайонной и не приведет ли это к снижению энергоэффективности тепловых сетей и систем отопления. Одновременно целесообразно предложить достойный методологический инструмент, позволяющий это сделать, и выявить существующие препятствия для начала повсеместного компактного домостроения.

Объект и метод исследования, его критерии

Основным методом исследования выбран метод сравнения. Аналогичный метод критериального сравнения используется в публикациях [5, 6]. Критериями сравнения стали:

- величина удельных нормируемых эксплуатационных часовых тепловых потерь распределительных (внутриквартальных) тепловых сетей;
- характеристика ограждающих конструкций;
- компактность здания;
- тепловые нагрузки: отопительная и среднечасовая нагрузка на нужды ГВС;
- годовые денежные затраты на покупку электроэнергии для привода теплотехнического оборудования.

Объект сравнения – здания жилых домов квартальной и микрорайонной застройки, внутридомовые коммуникации, транспортирующие тепловую энергию, а также внутриквартальные тепловые сети, доставляющие тепло в виде горячей воды от точки подключения квартала (микрорайона) до границы теплового пункта, находящегося внутри жилого дома. Переход от специфичных характеристик, выработка общих суждений и повышение достоверности исследования, в целом, производились путем увеличения множества зданий и сетей, составляющих объект исследования. В рассмотрении не принимался европейский концепт систем централизованного теплоснабжения четвертого поколения (4th Generation District Heating – 4GDH), предполагающий снижение температурного графика (Low-Temperature District Heating – LTDH), снижение тепловых потерь [20] и вовлечение в процесс генерации нетрадиционных и возобновляемых источников энергии [21].

Способы расчета величин компактности и стоимости энергоресурсов

Расчетный показатель компактности здания k_e^{des} вычислялся по уравнению:

$$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h}, \quad (1)$$

где A_e^{sum} – сумма площадей внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций: кровли, пола технического подполья и стен здания, м²;

V_h – отапливаемый объем здания, м³ (СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий).

Величина компактности, как критерий сравнения, также используется в работах [22, 16].

Годовой расход электроэнергии, потребляемой насосом, рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{nl} = N_{nl} \cdot t_{o.c.}, \quad (2)$$

где N_{nl} – мощность электродвигателя насоса, кВт;

$t_{o.c.}$ – нормативная продолжительность отопительного периода в населенном пункте (для насоса системы отопления) или количество дней работы в году системы ГВС по закрытой схеме (для насоса системы ГВС), ч.

Например, в г. Саранске нормативная продолжительность отопительного периода составляет 209 суток.

Годовые денежные затраты на покупку электроэнергии для привода насоса:

$$S_I = \mathcal{E}_{nl} \cdot C, \quad (3)$$

где C – стоимость 1 кВтч электроэнергии.

Математическая модель определения расчетных тепловых потерь

Определение нормируемых эксплуатационных часовых тепловых потерь выполнялось с учетом информации по каждому отрезку тепловой сети (способе прокладки, характеристике тепловой изоляции, диаметре и длине участка и т.п.) при усредненных в течение года параметрах теплоносителя и окружающей среды согласно удельным величинам тепловых потерь, указанных в нормативных документах.

Определение часовых тепловых потерь при среднегодовых условиях работы тепловой сети по нормам тепловых потерь производилось отдельно для подземной и наземной прокладок на основании следующих выражений:

- для подземной прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам:

$$Q_{норм.}^{ср.з.} = \dot{a} (q_{норм.} \times L \times \mathbf{b}), \text{ кВт}; \quad (4)$$

- для наземной прокладки отдельно по подающему и обратному трубопроводам:

$$Q_{норм.п.}^{ср.з.} = \dot{a} (q_{норм.п.} \times L \times \mathbf{b}), \text{ кВт}, \quad (5)$$

$$Q_{норм.о.}^{ср.з.} = \dot{a} (q_{норм.о.} \times L \times \mathbf{b}), \text{ кВт}, \quad (6)$$

где $q_{норм.}$, $q_{норм.п.}$, $q_{норм.о.}$ – нормативные часовые тепловые потери, рассчитанные для каждого диаметра трубопровода при среднегодовых температурах, для подземной прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам и отдельно для наземной прокладки, Вт/м;

L – протяженность отрезка диаметра d_n в двухтрубном исчислении при подземной прокладке и по подающему (обратному) трубопроводу при наземной прокладке, м;

\mathbf{b} – коэффициент местных тепловых потерь, показывающий тепловые потери арматурой, компенсаторами, металлическими опорами (при наличии). Для подземной канальной и наземной прокладок был выбран равным 1,2 при диаметрах трубопроводов до 0,15 м и 1,15 при диаметрах 0,15 м и более, а также при всех диаметрах бесканальной прокладки.

Величины удельных часовых тепловых потерь при среднегодовой разности температур сетевой воды и окружающей среды (грунта или воздуха), отличающейся от значений, приведенных в нормативных документах, вычислялись путем линейной интерполяции или экстраполяции.

Интерполяция производилась на среднюю за год температуру теплоносителя в подающем или обратном трубопроводе теплосети или на результат вычитания параметров горячей воды и грунта для данной тепловой сети (или на разность среднегодовых температур воды в соответствующих трубопроводах и наружного воздуха для данной местности).

Среднегодовые условия работы рассчитывались по результатам наблюдений температурами наружного воздуха и грунта на глубине заложения трубопроводов, принимаемых по климатологическим справочникам или по данным метеорологической

станции. Среднегодовые температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах находят математическое ожидание среднемесячных температур в соответствующих трубопроводах системы централизованного теплоснабжения на протяжении отопительного и межотопительного сезона. Среднемесячные температуры теплоносителя определяют по температурному графику, принятому в практике эксплуатации, при среднемесячной температуре наружного воздуха.

Нормативные часовые тепловые потери при подземной прокладке – суммарно по подающему и обратному трубопроводам $q_{норм.}$, Вт/м, определялись по уравнению:

$$q_{норм.} = q_{норм.}^{T1} + (q_{норм.}^{T2} - q_{норм.}^{T1}) \times \frac{D_{ср.}^{cp.z.} - D_{ср.}^{T1}}{D_{ср.}^{T2} - D_{ср.}^{T1}}, \quad (7)$$

где $q_{норм.}^{T1}$, $q_{норм.}^{T2}$ – удельные часовые тепловые потери суммарно по подающему и обратному трубопроводам каждого диаметра при двух смежных (соответственно меньшему и большему, чем для данной сети) нормативных величинах среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта, Вт/м;

$D_{ср.}^{cp.z.}$ – средняя за год разница температур теплоносителя и грунта, °С;

$D_{ср.}^{T1}$, $D_{ср.}^{T2}$ – смежные (соответственно меньшее и большее, чем для данной сети) табличные величины средней за год разницы температур сетевой воды и грунта, °С.

Значение среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта $D_{ср.}^{cp.z.}$ (°С) определяют по формуле:

$$D_{ср.}^{cp.z.} = \frac{t_{н.}^{cp.z.} - t_{о.}^{cp.z.}}{2} - t_{ср.}^{cp.z.}, \quad (8)$$

где $t_{н.}^{cp.z.}$, $t_{о.}^{cp.z.}$ – среднегодовая температура теплоносителя соответственно в подающем и обратном трубопроводах системы теплоснабжения, °С;

$t_{ср.}^{cp.z.}$ – среднегодовая температура грунта на глубине заложения трубопроводов, °С.

Для надземной прокладки отдельно по подающему и обратному трубопроводам $q_{норм.л.}$, $q_{норм.о.}$, Вт/м, определялись по формулам:

$$q_{норм.л.} = q_{норм.л.}^{T1} + (q_{норм.л.}^{T2} - q_{норм.л.}^{T1}) \times \frac{D_{ср.л.}^{cp.z.} - D_{ср.л.}^{T1}}{D_{ср.л.}^{T2} - D_{ср.л.}^{T1}}, \quad (9)$$

$$q_{норм.о.} = q_{норм.о.}^{T1} + (q_{норм.о.}^{T2} - q_{норм.о.}^{T1}) \times \frac{D_{ср.о.}^{cp.z.} - D_{ср.о.}^{T1}}{D_{ср.о.}^{T2} - D_{ср.о.}^{T1}}, \quad (10)$$

где $q_{норм.л.}^{T1}$, $q_{норм.л.}^{T2}$ – удельные часовые тепловые потери по подающему трубопроводу для данного диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем) значениях среднегодовой разности температур теплоносителя и наружного воздуха, Вт/м;

$q_{норм.о.}^{T1}$, $q_{норм.о.}^{T2}$ – удельные часовые тепловые потери по обратному трубопроводу для данного диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем) значениях среднегодовой разности температур теплоносителя и наружного воздуха, Вт/м;

$D_{ср.л.}^{cp.z.}$, $D_{ср.о.}^{cp.z.}$ – среднегодовая разность температур соответственно теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах и наружного воздуха для данной тепловой сети, °С;

$D_{ср.л.}^{T1}$, $D_{ср.л.}^{T2}$ – смежные значения (соответственно меньшее и большее) среднегодовой разности температур теплоносителя в подающем трубопроводе и наружного воздуха, °С;

$D_{ср.о.}^{T1}$, $D_{ср.о.}^{T2}$ – смежные значения (соответственно меньшее и большее) среднегодовой разности температур теплоносителя в обратном трубопроводе и наружного воздуха, °С.

Методика определения расчетных тепловых нагрузок

Тепловая отопительная нагрузка зависит:

- от района строительства здания. Например, участок под строительство жилого дома № 13 расположен в северо-восточной части г. Саранска на территории, ограниченной ул. Волгоградской и автодорогой на с. Кочкурово (в районе р. Тавла) в

пятом микрорайоне по физико-географическим характеристикам относится ко ПВ климатическому подрайону;

- от удельной отопительной характеристики здания;
- от наружного строительного объема здания;
- от расчетной температуры внутреннего воздуха отапливаемых помещений.

Расчётная температура внутреннего воздуха в помещениях принималась в соответствии с указаниями СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные;

- от расчетной температуры наружного воздуха для проектирования системы отопления. В г. Саранске расчетная температура наружного воздуха – минус 30°С;

- от расчетного коэффициента инфильтрации при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, в свою очередь зависящего от свободной высоты здания и от расчетной, для данной местности, скорости ветра в течение отопительного сезона.

Нагрузка ГВС имеет неравномерный характер, как в течение недели, так и суток. Среднечасовой расход теплоты на бытовое горячее водоснабжение жилых и общественных зданий определяем по формуле:

$$Q_{с.в.}^{ср} = \frac{c \cdot m \cdot a (t_c - t_x)}{24}, \quad (11)$$

где $Q_{с.в.}^{ср}$ – среднечасовая тепловая нагрузка на нужды ГВС, Гкал/ч;

c – теплоемкость воды, кДж/кг°С;

m – число жителей в здании, чел.;

a – норма расхода горячей воды (для жилых домов на одного человека), л/сут.;

t_c – температура горячей воды, подаваемой в систему ГВС, °С;

t_x – температура водопроводной воды перед теплообменником ГВС, °С.

Материалы исследования: источники графической информации, финансовых и технических данных

Данные о климатических условиях районов строительства приведены на основании СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

Стоимость энергоресурсов оценивалась по материалам региональных энергетических комиссий субъектов Российской Федерации. Например, тариф на электрическую энергию для населения города Омска, установленный Региональной энергетической комиссией Омской области с 1 июля по 31 декабря 2018 года составляет 3,68 руб. за 1 кВт.ч (с учетом НДС). Техничко-экономические характеристики оборудования теплового пункта взяты как средние значения величин, приведенных в опросных листах поставщиков.

Исходными данными для исследования являются:

- рабочая документация жилого дома (пл. № 13 по генплану) объекта: «Комплексная застройка многоэтажными жилыми домами на участке между ул. Волгоградская и автомобильной дорогой на с. Кочкурово (в районе р. Тавла) г. Саранска»;

- альбомы рабочей документации «Строительство внеплощадочных сетей в районе ул. Завертяево для комплексной застройки территории» (г. Омск);

- проектная документация на строительство тепловой сети от тепловой камеры ТК-283 до многоэтажного жилого комплекса в 26 микрорайоне, п. Замелекесье. Проектируемый объект расположен в республике Татарстан в черте г. Набережные Челны;

- проект на объект «Комплексная застройка территории квартала», расположенного по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, г. Сертолово, мкр-н Сертолово-2, ул. Мира»;

- проект на объект «Жилой малоэтажный комплекс» по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, г. Сертолово, мкр-н Черная речка, Восточно-Выборгское шоссе, участок № 2 и существующей застройки в мкр-не Черная речка»;

- и другие, всего более десяти источников по каждому типу.

Выбор проектной документации осуществлялся исходя из соображений ее доступности и требований к новизне: не старше 5 лет на момент проведения исследования (третий-четвертый квартал 2018 г.). Так, проект застройки, приведенного

выше, пятого микрорайона в г. Саранске разработан на основании задания на проектирование, утвержденного ОАО «Мордовская ипотечная корпорация», технического отчета об инженерно-строительных изысканиях, разработанных ООО «Мордовский научно-производственный институт инженерных изысканий», с повторным применением документации жилого дома (пл. № 14 по генплану), по которой получено положительное заключение ГАУ «Управление государственной экспертизы Республики Мордовия» № 13-1-5-0123-15 от 30 марта 2015 года. Использование проектной и рабочей документации для достоверного моделирования характеристик строящихся зданий возможно только при условии соблюдения технологии проведения строительно-монтажных работ на всех этапах возведения площадных и линейных объектов капитального строительства [23].

Архитектурно-строительная характеристика объектов микрорайонной и квартальной застройки

С архитектурной точки зрения гармонизация квартальной застройки производится с учетом средств гармонии: пропорций и масштаба. Гармония выявляет общую логику развития, разделение социального (общественного) пространства города и личного (дворового). Каждая форма такого здания является неотъемлемой частью живого организма города, улицы. Основным достоинством квартальной застройки, с точки зрения восприятия человека, является соизмеримость масштабу последнего, а также взаимодействие здания с ним. Архитектурный облик позволяет выделить стилистические особенности, например, здание решено в крупном ордере.

С другой стороны, среди архитектурных элементов микрорайонной застройки прослеживается несочетание крупных геометрических форм основных объемов с элементами малых форм, что не создает гармоничности в пространственном восприятии здания. Выразительность и целостность фасадов зданий микрорайонной застройки нарушается сочетанием остекленных вертикалей лоджий и глухих плоскостей стен.

Для микрорайонной застройки более типично высотное домостроение (девять и более этажей). Как правило, схема размещения домов при микрорайонной застройки чем-то напоминает «шахматный порядок», что связано с требованиями по инсоляции помещений. Согласно действующему законодательству, любое здание должно быть размещено по сторонам света с учетом инсоляции всех помещений. Длительность попадания солнечного света в помещения должна соответствовать требованиям СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий». Типовая схема размещения домов при микрорайонной застройке показана на рис.

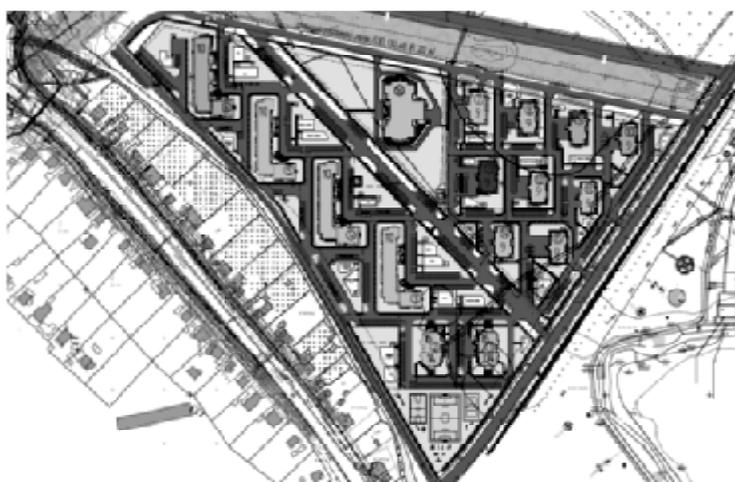


Рис. План размещения объекта «Комплексная застройка многоэтажными жилыми домами на участке между ул. Волгоградская и автомобильной дорогой на с. Кочкурово (в районе р. Тавла) г. Саранска» (иллюстрация авторов)

Более подробно особенности развития территории при выборе способа ее застройки микрорайонами описаны в [5].

Теплотехническая характеристика объектов микрорайонной и квартальной застройки

Расчетная тепловая нагрузка этого многоэтажного жилого дома в г. Саранске составила в итоге 517,32 кВт, в том числе:

- на отопление – 254,72 кВт при следующих климатических параметрах населенного пункта: расчетная скорость воздуха в зимний период 6,9 м/с, в летний 1,0 м/с;

- на горячее водоснабжение (ГВС) – 262,60 кВт.

Нагрузка определена из тех соображений, что в доме предполагается разграничение 54 квартир общей площадью 2850,3 м². Исходя из статьи 7 действующей редакции (от 07.03.2018) Федерального закона от 30.12.2012 № 283-ФЗ «О социальных гарантиях сотрудникам некоторых федеральных органов исполнительной власти и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», норма предоставления площади жилого помещения составляет 18 квадратных метров общей площади жилого помещения на каждого члена семьи при семье из трех и более человек. Тогда в этом жилом доме может проживать 158 человек, что увеличивает максимальную расчетную нагрузку ГВС и требует установки более мощного (а значит дорогостоящего) оборудования. Нагрузка на ГВС имеет ярко выраженную суточную неравномерность, что принимается во внимание в работе [10], где создается оптимальный график потребления тепловой энергии тепловым пунктом.

Сопrotивления теплопередаче для наружных ограждений определены расчетом и сведены в табл. 1.

Таблица 1

Теплотехническая характеристика ограждающих конструкций

Наименование и конструкция ограждения	Сопrotивление теплопередаче R, м °С/Вт
1. Наружные стены из глиняного кирпича с облицовкой керамическим кирпичом с внутренней штукатуркой ЕКО-Терм-П	1,49
2. Окон и балконных дверей	0,56
3. Входных дверей	0,93
4. Перекрытие над подвалом	1,87
5. Чердачных перекрытий (холодного чердака)	3,94

Наружные стены здания (п. 1, табл. 1) запроектированы из полнотелого утолщенного керамического кирпича по ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические». Общие технические условия с облицовкой керамическим лицевым кирпичом толщиной 640 мм. Внутренние стены толщиной 380 мм и 510 мм из полнотелого кирпича по ГОСТ 530-2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия.

Здесь следует заметить, что снижение этажности позволяет поменять материалы строительных конструкций на материалы, имеющие меньшую несущую способность, но лучшие теплотехнические характеристики.

Геометрические характеристики помещений объектов микрорайонной и квартальной застройки

Другой жилой дом в районе комплексной застройки имеет несложную конфигурацию в плане, общими размерами 28,9×16,0 м, причем:

- площадь застройки – 562,7 м²;
- строительный объем здания выше отметки 0.000 – 14658,5 м³;
- строительный объем ниже отметки 0.000 – 1 331,5 м³;
- площадь жилого здания – 3 388,5 м², в том числе:
- площадь лоджий с понижающим коэффициентом – 140,4 м²;
- площадь помещений общего пользования жилой части здания – 380,9 м²;

- площадь машинного отделения – 16,9 м²;
- площадь технического подполья – 365,4 м², в том числе площадь помещений технического назначения (теплого пункта, электрощитовой, кладовой уборочного инвентаря, насосной холодной воды) – 84,5 м²;
- площадь помещений технического чердака – 417,8 м².

Определение площади здания и его помещений, площади застройки, количества этажей и строительного объема произведено согласно приложению В СП 54.13330.2016.

Пропуская промежуточные математические операции, получаем коэффициент компактности для этого здания – 0,39 1/м. Расчетный показатель компактности жилых зданий в среднем для микрорайонной застройки – 0,25 1/м. Аналогичный показатель для домов, находящихся в составе квартала – 0,44 1/м. Коэффициент компактности отражает потенциальную способность здания сохранять тепло за счет сокращения площади ограждающих конструкций, граничащих с холодным наружным воздухом, и перераспределения потоков тепловой энергии между внутренними стенами и плитами перекрытий [22].

Характеристика системы отопления объектов микрорайонной и квартальной застройки

Высота домов микрорайонной застройки, как правило, требует присоединять систему отопления к тепловой сети посредством независимой схемы, т. е. при помощи теплообменного аппарата.

К примеру, система отопления жилой части многоквартирного дома в г. Саранске принята двухтрубной вертикальной с нижней разводкой распределительных трубопроводов. В лестничной клетке разводка труб по стояку принята однетрубная вертикальная с попутным движением теплоносителя. Отопительными приборами выбраны биметаллические секционные радиаторы В-500 производителя «Рифар», а на лестничной клетке и машинном зале лифта – конвекторы отопительные настенные КСК-20. Преимущественная схема системы отопления и применяемые приборы отопления неизбежно вызовут высокое гидравлическое сопротивление движению теплоносителя, что повлечет за собой установку более мощного, нежели возможно, насосного оборудования.

Согласно выполненному гидравлическому расчету, предполагается установка насосов Wilo TOP-Z 25/10 3~ PN 10 потребляемой мощностью 0,31 кВт (насос системы ГВС) и Wilo TOP-S 40/10 3~ PN 6/10 потребляемой мощностью 0,585 кВт (насос системы отопления). Их суммарное годовое потребление электроэнергии достигнет 5818,44 кВт.ч, а эксплуатационные затраты превысят 20 тысяч рублей в год (без учета обслуживания). Несмотря на кажущуюся очевидной связь потребления электроэнергии, и негативного влияния на окружающую среду, Лидберг и др. [17] показали, что между негативным влиянием и внедрением энергосберегающих мероприятий не существует прямой корреляции.

Независимая схема дополнительно увеличит стоимость теплового пункта. Так, согласно информации поставщика, цена блочного теплового пункта типа «БТП Ридан» (WaterLine), включающего в себя два блока-ступени ГВС и один блок системы отопления, составит 1846624,90 руб. (с НДС 18 %). Микрорайонная застройка неизбежно увеличивает длину распределительных (внутриквартальных) тепловых сетей, что также влечет за собой увеличение стоимости и величины тепловых потерь. Площадные характеристики одного из объектов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технико-экономические показатели участка застройки

Наименование	Ед. изм.	Всего
Площадь участка	га	0,2937
Площадь застройки	м ²	562,70
Площадь проездов (в т.ч. парковочных машиномест)	м ²	841,00
Площадь тротуаров	м ²	461,00
Площадь озеленения	м ²	765,00

Проектируемый жилой дом является составным элементом общего архитектурно-планировочного и композиционного решения пятого микрорайона комплексной застройки. Отведенный под строительство участок площадью 0,2937 га ограничен: с севера – территорией проектируемого жилого дома № 7; с запада – территорией проектируемого детского сада; с востока – территорией проектируемого жилого дома № 12; с юга – территорией проектируемого жилого дома № 14, из-за чего все это пространство вокруг дома не создает благоприятного эмоционального фона для будущих жителей, а лишь увеличивает стоимость строительства и содержания инженерных коммуникаций и, в частности, величину тепловых потерь тепловых сетей.

Величина расчетных тепловых потерь внутриквартальных тепловых сетей объектов микрорайонной и квартальной застройки

Для всех строящихся объектов предложено применение предизолированных трубопроводов в пенополиуретановой (ППУ) изоляции. Использование гибких теплоизолированных конструкций бесканальной прокладки [24] не учитывалось. На ряде объектов, где строительство ведется в условиях плотной застройки, для участков прохода сети в местах со сложившейся инфраструктурой (асфальтовые покрытия, детские площадки), перехода водных объектов, перехода мест затрудненной прокладки сетей в связи со стесненными условиями, это было бы перспективно, т. к. позволило бы использовать метод горизонтального шнекового бурения. Отдельные участки так называемой «последней мили» предполагаются к прокладке надземным способом. В большинстве случаев предусматривалась прокладка трубопроводов распределительной (внутриквартальной) тепловой сети в ППУ-изоляции с покровным слоем из полиэтилена, от существующей тепловой камеры до многоэтажного жилого комплекса (микрорайона) или жилого района квартальной застройки. При пересечении с существующими инженерными коммуникациями или автомобильными дорогами предусматривалась прокладка трубопроводов в непроходных железобетонных лотках (например, серии ЛБ-8/2). В случае объекта, упомянутого выше (табл. 2), тепловая сеть проложена преимущественно по зеленой зоне.

С целью иллюстрации результата расчета тепловых потерь трубопроводов тепловых сетей для наглядности целесообразно привести еще ряд примеров.

Климат района строительства многоэтажного жилого комплекса в 26 микрорайоне, поселка Замелекесье, г. Набережные Челны – умеренно-континентальный, с теплым летом и умеренно холодной зимой. Для г. Набережные Челны применимы следующие климатологические характеристики:

- климатический район – I В;
- температура воздуха наиболее холодных суток – минус 36°C;
- снеговой район III с расчетной снеговой нагрузкой – 320 кг/м²;
- ветровой район I с нормативной ветровой нагрузкой – 30 кг/м²;
- минимальная зарегистрированная температура наружного воздуха – - 47°C;
- максимальная зарегистрированная температура наружного воздуха – +40°C;
- длительность сезона со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$ (отопительного периода) – 209 суток.

Протяженность проектируемого участка составляет 40,97 м, а температурный график работы тепловой сети – 150/70°C. Тогда при пропускной способности 40 т/ч (3,72 МВт) тепловые потери составят 0,32 МВт.

Строительство внеплощадочных сетей в районе ул. Завертяево для комплексной застройки территории намечено в г. Омске, где имеют место следующие расчетные параметры наружного воздуха в холодный период года:

- температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 – - 37°C;
- абсолютная минимальная температура воздуха – минус 49°C;
- продолжительность отопительного периода – 221 сутки;
- средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 80 %;
- средняя температура отопительного периода – 0,9°C.

Расчетные тепловые потери составили 1,05 МВт при подключенной суммарной нагрузке 19,93 МВт и температурном графике 130/70°C. Далее следует вывод, что

средняя относительная доля потерь при микрорайонной застройке – 7,60 %. Эта величина заметно больше соответствующей квартальной застройке территории (4,23 %), когда тепловые сети прокладываются преимущественно по техническому подполью проектируемых и существующих зданий. Практика невыдерживания температурного графика [9], принятая из-за изношенности систем централизованного теплоснабжения во многих населенных пунктах России [25], несмотря на все свои негативные последствия, приведет к некоторому снижению величины тепловых потерь относительно значений, полученных в настоящей статье.

Заключение

Исследование показало, что квартальная застройка более эффективна с точки зрения использования тепловой энергии. Сейчас, несмотря на все достоинства квартальной застройки, девелоперы не прилагают достаточных усилий для ее развития, прикрываясь требованиями к инсоляции, шумозащищенности и противопожарной безопасности. Ситуация уже меняется в г. Москве, где, при застройке по программе реновации, предпочтение отдается квартальной застройке, энергосбережению и удобству жильцов [6].

Таким образом, при использовании меньшего количества энергоресурсов при эксплуатации дома средней этажности, жильцы тратят меньшее количество денежных средств после покупки такой недвижимости.

Самым главным препятствием в переходе к квартальной застройке является устаревшая нормативная база. Авторы считают, что необходимо снять законодательные ограничения на более плотную застройку, сделав акцент на то, чтобы люди больше времени проводили не в квартире, а в более комфортной городской среде. Показателем пример Скандинавских стран, где в любое время суток легко можно определить солнечную сторону улицы – на ней сконцентрированы все предприятия общественного питания и бытового обслуживания, даже тротуар выполняется более широким.

Список библиографических ссылок

1. Более 3,5 тыс. га неиспользуемых земель ежегодно будут передавать под строительство. ТАСС – ведущее государственное информационное агентство России, легенда отечественной новостной журналистики. 2018. URL: <https://tass.ru/nedvizhimost/5869228> (дата обращения: 28.12.2018).
2. Как новые фасады могут сэкономить тепло. SUP Media (Газета.ru) в составе Rambler&Co – одна из крупнейших российских компаний, работающих в области медиа, технологий и электронной коммерции с аудиторией свыше 38 млн. человек в месяц. 2018. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2018/08/29/11930743.shtml?updated> (дата обращения: 28.12.2018).
3. Николаев С. В. Обновление жилищного фонда страны на базе крупнопанельного домостроения // Жилищное строительство. 2018. № 3. С. 3–7.
4. Мещерякова О. К., Мещерякова М. А., Майбурова Е. С. Современные подходы освоения территорий под жилищную застройку в городе Воронеже // Строительство и недвижимость. 2018. № 1-1 (2). С. 20–24.
5. Михайлова Т. В., Фернюк В. Д. Формирование комфортной городской среды в жилых районах на примере города Воронежа // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2018. № 4 (7). С. 50–56.
6. Ромашева М. Н. Современный подход к квартальной застройке. Принципы и особенности // Университетская наука. 2016. № 2. С. 77–79.
7. Alves T., Machado L., de Souza R. G., de Wilde P. Assessing the energy saving potential of an existing high-rise office building stock // Energy and Buildings. 2018. 173. С. 547–561.
8. Генералов В. П., Генералова Е. М. Инновационные решения жилой застройки для условий сдерживания территориального роста городов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 3. С. 23–28.
9. Chicherin S. V. Comparison of a district heating system operation based on actual data – Omsk city, Russia, case study // International Journal of Sustainable Energy. 2018. С. 1–12.

10. Cai H., Ziras C., You S., Li R., Honoré K., Bindner H. W. Demand side management in urban district heating networks // *Applied Energy*. 2018. № 230. С. 506–518.
11. Вытчиков Ю. С., Сапарев М. Е., Чулков А. А. Оптимизация выбора уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий, эксплуатируемых в условиях прерывистого отопления // *Промышленное и гражданское строительство*. 2017. № 3. С. 90–93.
12. Chicherin S., Volkova A., Latđšov E. GIS-based optimisation for district heating network planning // *Energy Procedia*. 2018. № 149. С. 635–641.
13. Басалаев А. А., Шнайдер Д. А. Метод оптимизации температуры подаваемого теплоносителя в системе централизованного теплоснабжения зданий на основе имитационного моделирования // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника*. 2017. Т. 17. № 1. С. 15–22.
14. Leško M., Bujalski W., Futyma K. Operational optimization in district heating systems with the use of thermal energy storage // *Energy*. 2018. № 165. С. 902–915.
15. Weissmann C., Hong T., Graubner C.-A. Analysis of heating load diversity in German residential districts and implications for the application in district heating systems // *Energy and Buildings*. 2017. 139. С. 302–313.
16. Осипова Н. Н., Володина И. О. Моделирование оптимальной конфигурации энергосберегающего индивидуального жилого здания // *Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газотеплоснабжения*. 2017. Т. 1. № 1 (5). С. 98–102
17. Lidberg T., Gustafsson M., Myhren J. A., Olofsson T., Ödlund L. Environmental impact of energy refurbishment of buildings within different district heating systems // *Applied Energy*. 2018. № 227. С. 231–238.
18. Половников В. Ю. Тепловые режимы и тепловые потери подземных трубопроводов с учетом реальных условий теплообмена на внешнем контуре взаимодействия // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2018. Т. 329. № 1. 124–131
19. Макартичан С. В., Ростов А. А. Определение тепловых потерь в теплотрассах с использованием тепловизионной аэросъемки // *Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт*. 2018. № 2 (23). С. 7–10.
20. Chicherin S. Low-temperature district heating distributed from transmission-distribution junctions to users: energy and environmental modelling // *Energy Procedia*. 2018. № 147. P. 382–389.
21. Джунусова Л. Р., Абильдинова С. К., Алиярова М. Б., Чичерин С. В., Джунусов Т. Ж. Способы улучшения обработки воды и повышения энергетических характеристик теплового насоса типа «вода – воздух» // *Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ*. 2018. № 61 (4). С. 372–380.
22. Береговой А. М., Кондрашова К. Э., Кондрашина И. А. Факторы влияния на энергоэффективность зданий, использующих возобновляемые источники энергии // *Моделирование и механика конструкций*. 2017. № 5. С. 14.
23. Чичерин С. В., Лебедев В. М. Документальное обеспечение строительно-монтажных работ на тепловых сетях // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2018. Т. 8. № 1 (24). С. 200–207.
24. Чичерин С. В. Основные трудности, связанные с применением гибких теплоизолированных труб бесканальной прокладки тепловых сетей : сб. ст. II Международной научно-практической конференции Булатовские чтения / Издательский Дом – Юг. Краснодар, 2018. Т. 6. С. 97–99.
25. Чичерин С. В. Новая методика определения степени коррозионного поражения элементов систем трубопроводного транспорта // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2016. Т. 327. № 12. С. 110–115.

Chicherin Stanislav Viktorovich

post-graduate student

E-mail: man_csv@hotmail.com**Omsk State Transport University**

The organization address: 644046, Russia, Omsk, Marx st., 35

Zbaraz Leonid Iosifovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: Zbaraz_Len@ukr.net**NTU Kharkiv Polytechnic Institute**

The organization address: 61002, Ukraine, Kharkov, Kyrpychova st., 2

**Thermal performance of quarterly buildings –
reason to stop building neighborhoods****Abstract**

Problem statement. Currently faced with excessive pollution and poor quality of life levels, the country has come up with a new national plan to reduce heat demand by 59,6 billion Gcal in 2030. And it comes with something contrary: developing more than 3,5 thousand hectares of land currently unused to turn it into buildings and infrastructure.

Results. Although some developers refer fire safety regulations, new cladding materials and doors and windows are used as fixes for the high energy costs and improve thermal performance of the city blocks. Meantime, there are signs the network losses that has encouraged tower building may be significantly decreasing, particularly given the recent reduction in heat demand for the end-user. Hence the most serious cause for concern of the DH system is not transmission mains but distribution networks (DN32-DN200) around high-rise isolated buildings. The districts of suburban Omsk, Saransk, Saint Petersburg (Russia) have about 1,8 times more heat losses than a residential density without towers.

Conclusions. To sum up, block projects are set to continue as a key part of inner-city housing across Russia. Matching the scale of a new building to its surroundings is vital and energy efficiency is a virtue for any great city as well.

Keywords: district heating, tower, compactness, space heating, pump, indirect.

References

1. More than 3.5 thousand hectares of unused land will be transferred annually for construction. TASS is the leading state news agency of Russia, a legend of Russian news journalism. 2018. URL: <https://tass.ru/nedvizhimost/5869228> (reference date: 28.12.2018).
2. How new facades can save heat. SUP Media (Gazeta.ru) as part of Rambler & Co is one of the largest Russian companies working in the field of media, technology and e-commerce with an audience of over 38 million people per month. 2018. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2018/08/29/11930743.shtml?updated> (reference date: 28.12.2018).
3. Nikolaev S. V. Renovation of housing stock of the country on the basis of large-panel housing construction // *Zhilishchnoe Stroitelstvo*. 2018. № 3. P. 3–7
4. Meshcheryakova O. K., Meshcheryakova M. A., Maiburova E. S. Modern approaches to the development of territories for housing development in the city of Voronezh // *Stroitel'stvo i nedvizhimost'*. 2018. № 1-1 (2). P. 20–24.
5. Mikhailova T. V., Fernyuk V. D. The formation of a comfortable urban environment in the residential areas on the example of Voronezh city // *Zhilishchnoye khozyaystvo i kommunal'naya infrastruktura*. 2018. № 4 (7). P. 50–56.
6. Romasheva M. N. A modern approach to a city block development. The principles and features // *Universitetskaya nauka*. 2016. № 2. P. 77–79.

7. Alves T., Machado L., de Souza R. G., de Wilde P. Assessing the energy saving potential of an existing high-rise office building stock // *Energy and Buildings*. 2018. № 173. P. 547–561.
8. Generalov V. P., Generalova E. M. Innovative solutions of residential development for restraining territorial growth of cities // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo*. 2017. № 3. P. 23–28.
9. Chicherin S. V. Comparison of a district heating system operation based on actual data – Omsk city, Russia, case study // *International Journal of Sustainable Energy*. 2018. P. 1–12.
10. Cai H., Ziras C., You S., Li R., Honoré K., Bindner H. W. Demand side management in urban district heating networks // *Applied Energy*. 2018. № 230. P. 506–518.
11. Vytchikov Yu. S., Saparev M. E., Chulkov A. A. Optimization of choice of heat protection level of enclosing structures operated under conditions of intermittent heating // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo*. 2017. № 3. P. 90–93.
12. Chicherin S., Volkova A., Latšov E. GIS-based optimisation for district heating network planning // *Energy Procedia*. 2018. № 149. P. 635–641.
13. Basalaev A. A., Shnyder D. A. A simulation-based method for supply temperature optimization in district heating system // *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Komp'yuternyye tekhnologii, upravleniye, radioelektronika*. 2017. № 17 (1). P. 15–22.
14. Leško M., Bujalski W., Futyma, K. Operational optimization in district heating systems with the use of thermal energy storage // *Energy*. 2018. № 165. P. 902–915.
15. Weissmann C., Hong T., Graubner C.-A. Analysis of heating load diversity in German residential districts and implications for the application in district heating systems // *Energy and Buildings*. 2017. № 139. P. 302–313.
16. Osipova N. N., Volodina I. O. Modeling of the optimal configuration of individual residential building // *Nauchno-tekhnicheskiye problemy sovershenstvovaniya i razvitiya sistem gazoenergосnabzheniya*. 2017. Vol. 1. № 1 (5). P. 98–102.
17. Lidberg T., Gustafsson M., Myhren J. A., Olofsson T., Ödlund L. (2018). Environmental impact of energy refurbishment of buildings within different district heating systems // *Applied Energy*. 2018. № 227. P. 231–238.
18. Polovnikov V. Yu. Thermal regimes and thermal losses of underground pipelines in real heat exchange on the outer interaction boundary // *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov* 2018. V. 329. № 1. P. 124–131.
19. Makartichyan S. V., Rostov A. A. Heating mains losses definition with using thermal imaging aerial photography // *Energo- i resursosberezheniye: promyshlennost' i transport*. 2018. № 2 (23). P. 7–10.
20. Chicherin S. Low-temperature district heating distributed from transmission-distribution junctions to users: energy and environmental modelling // *Energy Procedia*. 2018. № 147. P. 382–389.
21. Junussova L. R., Abildinova S. K., Aliyarova M. B., Chicherin S. V., Junussov T. J. The Means to improve water treatment and to enhance power engineering performance of the water source heat pump // *Energetika. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy i energeticheskikh ob'yedineniy SNG*. 2018. № 61 (4). P. 372–380.
22. Beregovoy A. M., Kondrashova K. E., Kondrashina I. A. Factors of influence on energy efficiency of buildings, using renewable sources of energy // *Modelirovaniye i mekhanika konstruktsiy*. 2017. № 5. P. 14.
23. Chicherin S. V., Lebedev V. M. Documentary Supply of Construction and Installation Works on Thermal Networks // *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* 2018. Vol. 24. № 1. P. 200–207.
24. Chicherin S. V. Major obstacles to flexible pipe systems for directly buried hot water networks: materials of International Scientific and Practical Conference «Readings of A.I. Bulatov» / Publishing House – South. Krasnodar, 2018. Vol. 6. P. 97–99.
25. Chicherin S. V. New approach to determination of corrosion damage degree of pipeline system elements // *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. 2016. V. 327. № 12. P. 110–115.



УДК 623.8

Талипов Рустем Альфирович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: talip2@yandex.ru

Клявлин Марс Салихович

доктор химических наук, профессор

Бобков Олег Владимирович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: Bobkoleg@yandex.ru

Клявлинка Яна Марсовна

кандидат технических наук, доцент

E-mail: Jnakjavlina@yandex.ru

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Адрес организации: 450062, Россия, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1

Исследование образования сульфидов в анаэробных условиях в жидкой фазе канализационных стоков

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявить возможность образования газа сероводорода десульфуризацией в анаэробной среде, в жидкой фазе движущихся сточных вод, определить влияние концентрации сульфатов на интенсивность образования газа сероводорода.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в определении возможности и интенсивности образования газа сероводорода путём десульфуризации в анаэробных условиях, в жидкой фазе движущихся стоков.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что знания об условиях образования газа сероводорода в канализационных системах можно использовать при решении задач по повышению надежности канализационных сетей, обеспечению благоприятной воздушной среды на прилегающих к канализационной сети территориях. Результаты исследования позволяют дополнить знания для совершенствования методов контроля над процессами трансформации соединений серы в канализационной системе.

Ключевые слова: сероводород, сульфиды, десульфуризация, биопленка, сульфатредукция, анаэробный.

Введение

Газы, образующиеся в канализационных системах, являются основной причиной таких проблем, как запах и коррозия [1-3]. Запахи, исходящие из систем канализации в пределах населенных пунктов вызывают социальное напряжение населения (жалобы), ставят под угрозу здоровье общества. Последствия коррозионных процессов элементов канализационной сети приводят к дополнительным затратам по техническому обслуживанию и восстановлению аварийных элементов. По данным отчетов эксплуатирующих организаций затраты могут достигать до 60 % от всех эксплуатационных затрат.

Состав образующейся смеси газов представлен такими соединениями как: метан, сероводород, аммиак, меркаптан, скатол. Наиболее значимый вклад в развитие перечисленных проблем оказывает газ – сероводород. Газообразный сероводород является одной из стадий естественного процесса сульфид образования [4-10]. Повышенные концентрации сульфидов в сточных водах, подаваемых на биологическую очистку, угнетающе действуют на деятельность полезных микроорганизмов.

На сегодняшний день специалистами, изучающими проблему сульфидов в сточных водах, сформировались основные положения об условиях, благоприятствующих образованию сероводорода в системах канализации:

- высокая концентрация органических загрязнений (повышенные значения биологического потребления кислорода – БПК);

- низкие концентрации растворенного кислорода;
- содержание легко распадающихся соединений углерода;
- низкая скорость протекания сточных вод по системе (длительное нахождение сточных вод в системе);
- повышенные температуры сточных вод (окружающей среды);
- низкие значения рН.

Основными серосодержащими компонентами (поставщиками серы) в исходной воде являются сульфаты и органическая сера белков.

В практике эксплуатации канализационной сети г. Уфы также имеются характерные участки сети, где имеются признаки благоприятных условий для образования сероводорода. В основном это канализационные насосные станции, расположенные в центре жилых кварталов, границы переходов напорных сетей в самотечные, участки канализационных сетей на подступах к канализационным станциям.

В рамках решения проблемы с запахом в сентябре 2016 года было проведено обследование одной из проблемных веток канализационной сети протяженностью 5 км. Были проведены измерения концентрации сероводорода в колодцах – в начале участка, перед канализационной насосной станцией и в приемной камере насосной станции. Концентрацию сероводорода измеряли портативным газоанализатором на уровне 1-2 м от свободной поверхности стоков. Во всех точках измерения наблюдались колебания концентраций 20-30 %, поэтому измерения в каждой точке проводили в течение 10-ти часов с интервалом 30 минут и фиксировали среднюю величину. В первом колодце средняя концентрация сероводорода 1 ppm, пиковые кратковременные превышения до 3 ppm. В колодце перед канализационной насосной станцией (КНС) – в среднем 7 ppm, пиковое значение 12 ppm. В приемной камере КНС – среднее значение 5 ppm, пиковое – 20 ppm. Стационарный анализатор сероводорода, установленный на уровне пола приемной камеры, в течение года фиксировал кратковременные концентрации до 200 ppm.

При частичном осмотре внутренней поверхности коллектора наблюдались, характерные для канализационной сети, биопленка и отложения. На одном из отрезков в средней части участка средствами телеинспекции было обнаружено обрушение стенки коллектора. Участок был восстановлен. Возможной причиной интенсивных процессов газообразования посчитали, образовавшиеся вследствие обвала стенок коллектора, застойные зоны, снижение средней скорости потока сточных вод, нехарактерно высокие показатели климатических температур.

В августе 2018 года к верхнему участку рассматриваемой ветки было выполнено присоединение дополнительной новой ветки от жилого района с устройством перепадного колодца. Через некоторое время, было зафиксировано увеличение количества обращений граждан по факту присутствия неприятного запаха в воздухе, прилегающих к канализационной сети, районов. Относительно рассматриваемой канализационной сети локальные загрязнения воздуха наблюдались в центре сети и в конце сети – возле КНС. После чего возникла необходимость в анализе сложившейся ситуации с проведением дополнительного обследования сети.

Во-первых, увеличение расхода сточных вод за счет присоединения дополнительных абонентов должно было создать более благоприятные условия, препятствующие образованию канализационных газов. Во-вторых, было обращено внимание на то, что сточная вода, поступающая по данной ветке в приемную камеру КНС, стала мутнее (больше взвешенных веществ).

В исследовательских работах выделяются характерные области (зоны) систем канализации, в которых образуются сульфиды:

- биопленка, образующаяся на смоченных поверхностях канализационных труб;
- осадки (иловые отложения) (рис. 1) [10, 11].

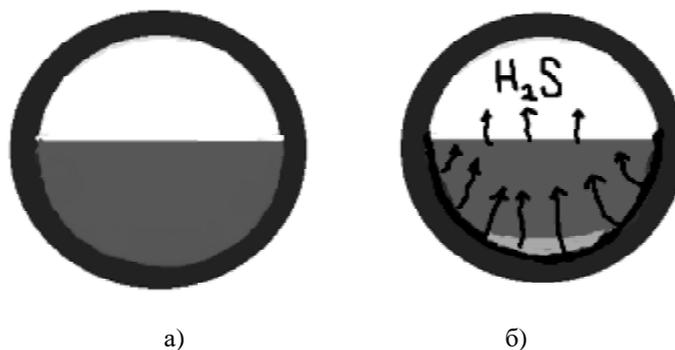


Рис. 1. Схема образования и выделения сероводорода в канализационном коллекторе:
а – новый коллектор, б – после некоторого времени эксплуатации (иллюстрация авторов)

Анализ исследовательских работ, затрагивающих тему газообразований в системах канализации, показал, что авторы рассматривают развитие сульфидов в бытовых сточных водах главным образом в биопленке на стенках трубопроводов, сульфидному развитию в отложениях уделяют меньшее внимание (считается несущественным источником). В рассматриваемом случае одну из причин вызвавших повышение концентрации сероводорода на КНС и примыкающих участках связывали с увеличением скоростей и, как следствие, увлечение потоком имеющихся отложений, возможно, и части биопленки со стенок трубопровода. Кроме того, в новую ветку сбрасывались стоки химводоподготовки котельной, что способствовало повышению концентрации сульфатов в стоках. Таким образом, повышение концентрации сероводорода представлялось возможным за счет совокупности факторов: увеличения поверхности контакта биопленки с богатой питательной средой (рис. 2).

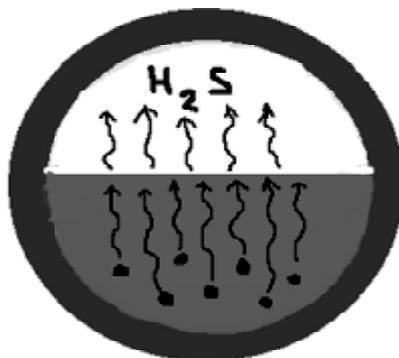


Рис. 2. Схема образования и выделения сероводорода в канализационном коллекторе в потоке
(жидкой фазе канализационных стоков) (иллюстрация авторов)

Для определения природы взвешенных веществ было произведено их исследование и отстаивание центрифугированием. Предварительные микробиологические испытания, проводимые в стандартных условиях, указали на наличие во взвешенных частицах сульфатредуцирующих бактерий. Этот факт натолкнул на более пристальное изучение такого явления как образование сероводорода в жидкой фазе канализационных стоков.

Экспериментальное исследование

Учитывая наши предположения, программа исследования была основана на изучении сульфидных преобразований путём десульфуризации жидкой фазы канализационных стоков в анаэробных условиях.

Одним из основных процессов в преобразовании серосодержащих элементов является сульфат редукция [12]. В анаэробных условиях в производстве сульфидов из сульфатов участвуют бактерии рода *Desulfovibrio* [13].

В рамках исследования интерес представляли экстремальные условия, т.е. в сточных водах создавались либо очень высокие, либо очень низкие концентрации сульфатных соединений. Предполагалось, что с одной стороны создаётся симуляция эффекта разбавления канализационных стоков, а с другой – моделирование промышленных выбросов и сопутствующих ударных нагрузок по вышеупомянутым параметрам.

Испытания проводились на натуральных сточных водах различного состава. Первый образец пробы сточной воды был отобран из приемной камеры канализационной насосной станции № 3 по ул. Сагит Агиша в г. Уфа, второй образец – из приемной камеры канализационной насосной станции № 7 по ул. Салавата Юлаева в г. Уфа. Состав соответствующих проб сточных вод представлен в табл.

Таблица

Номер испытания (№ пробы)	ХПК, мг/л	Сульфат, мг/л, SO_4^{2-}	Концентрация газообразного сероводорода (H_2S) над сточной жидкостью, ppm
1	710	320	5
2	1020	500	7

Для сокращения временного интервала проведения эксперимента сульфатвосстанавливающие бактерии выращивали искусственно. В качестве субстрата (доноры углерода) в экспериментах использовали Na-лактат.

Ёмкость объёмом один литр на треть заполнили осадком собранного со дна действующего участка канализационной сети, оставшийся объём догрузили питательной средой. Питательную среду использовали стандартную – для культивирования сульфатредуцирующих бактерий [14]. Культуру инкубировали без доступа света на водяной бане при 25-26 °С. Первые отложения тёмно-коричневого цвета начали появляться на стенках ёмкости на третий день обработки. На 7-8 день вся смесь приобрела тёмно-коричневую окраску. Полученную смесь добавляли в пробы натуральных сточных вод.

Лабораторная установка, на которой проводилось испытания, показана на рис. 3.

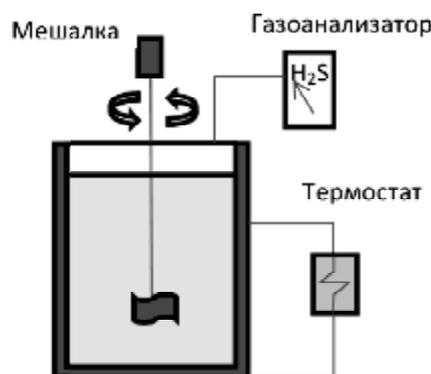


Рис. 3. Схема лабораторной установки (иллюстрация авторов)

Установка состоит из термостатируемого реактора с возможностью перемешивания стоков. В верхней крышке реактора установили онлайн регистрирующий датчик (H_2S). В реактор загружали сточную воду и предварительно искусственно обогащенную смесь сульфатредуцирующих бактерий. Для исключения влияния света на трансформацию соединений испытываемой среды реактор обернули фольгой. Параллельно с испытываемым, сточной водой был загружен контрольный реактор. Анаэробная среда достигалась плотным закрытием реактора, исключая попадание воздуха извне. Между свободной поверхностью сточной жидкости и крышкой реактора было предусмотрено свободное пространство для накопления газообразного сероводорода. Для определения концентрации сероводорода в газовой фазе, использовался портативный анализатор

«Drager X-am 2000». В ходе эксперимента вся смесь в реакторе перемешивалась со скоростью 10 оборотов в минуту. Периодически (после 2-3 дней работы) крышку реактора открывали и смывали слой отложений со стенок. Через 72 часа работы добавили питательную среду для сульфатредуцирующих бактерий – Na-лактат и повысили концентрацию сульфатов добавлением Na-сульфата.

В исходной пробе № 1 концентрация сероводорода над сточной водой при температуре 23 °С составляла 7 ppm. В лабораторных условиях при измерениях газоанализатором такого разброса как при натуральных условиях не наблюдалось. На протяжении 72 часов наблюдался равномерный рост концентрации сероводорода, максимальная концентрация после семидесяти двух часовой обработки составила 9,5 ppm. После повышения концентрации сульфат иона дальнейшая инкубация смеси также привела к повышению концентрации сероводорода до 12 ppm. Концентрация сульфатов в исходной пробе сточных вод № 1 до добавления свежей дозы, незначительно снизилась (с 320 мг/л до 288 мг/л), далее после добавления сульфата натрия (концентрацию сульфатов довели до 420 мг/л) – концентрация снизилась до 410 мг/л (изменилась незначительно).

В исходной пробе № 2 концентрация сероводорода над сточной водой при температуре 23 °С составляла 12 ppm. После 72 часовой обработки средняя концентрация составила 14 ppm. Последующая обработка, после добавления порции сульфата натрия привела к повышению концентрации сероводорода до 18 ppm – к концу ста восьмидесятого часа обработки. Исходная концентрация сульфат ионов в пробе № 2 составляла 500 мг/л и после семидесяти двухчасовой обработки составила 460 мг/л. Затем к обрабатываемой смеси также добавили сульфат натрия, доведя концентрацию по сульфат ионам до 610 мг/л. Дальнейшая обработка смеси привела к изменению концентрации сульфат ионов до 600 мг/л – через двенадцать часов обработки, и соответственно до 450 мг/л – после восьмидесяти четырех часов.

В контрольном реакторе проба находилась в покое, сульфат натрия не добавляли. В контрольном реакторе с пробой № 1 концентрация сероводорода в первые двенадцать часов отстаивания практически не изменилась. Далее, концентрация сероводорода стала повышаться и к концу тридцать шестого часа обработки составляла 9 ppm, еще через двенадцать часов составила 11 ppm, к концу девяносто шестого часа обработки составила 14,5 ppm, к концу ста восьмидесятого часа составила 15 ppm.

В контрольном реакторе проба находилась в покое, сульфат натрия не добавляли. В контрольном реакторе с пробой № 2 концентрация сероводорода в первые двенадцать часов отстаивания также практически не изменилась. Далее, концентрация сероводорода стала повышаться и к концу тридцать шестого часа обработки составляла 15 ppm, еще через двенадцать часов составила 16 ppm, к концу девяносто шестого часа обработки составила 19 ppm. К концу ста двадцатого часа обработки составила 20 ppm.

На рис. 4-5 показаны результаты испытаний.

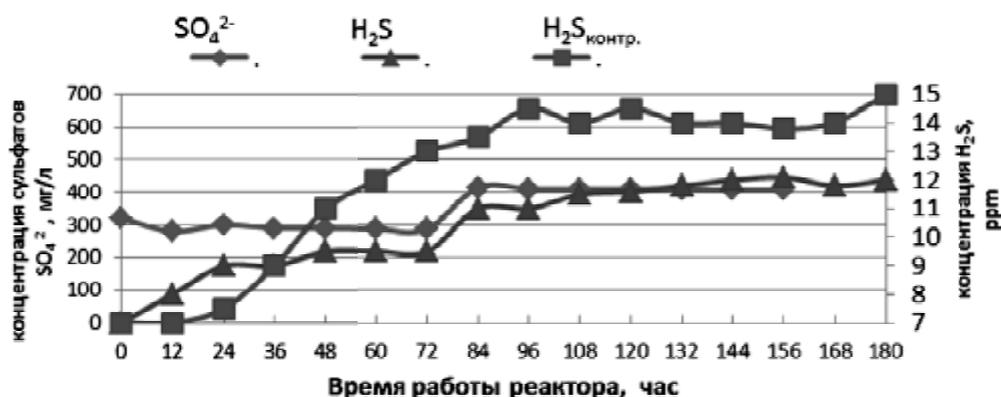


Рис. 4. Результаты развития сульфидов путем десульфуризации в водной фазе сточных вод (проба № 1) в анаэробных условиях (иллюстрация авторов)

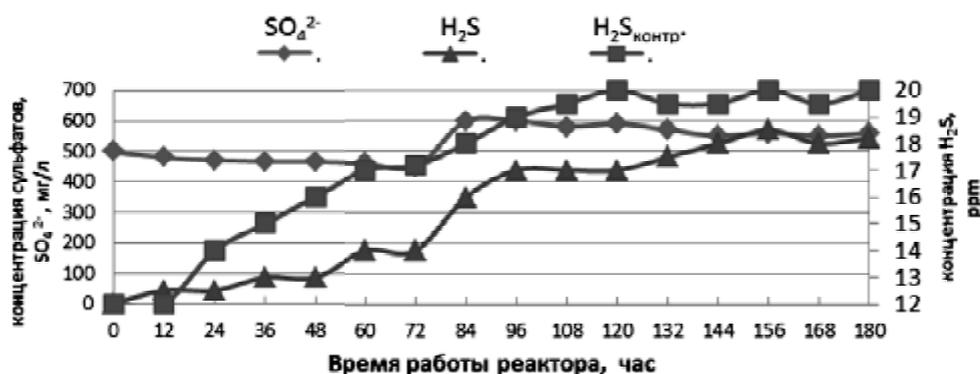


Рис. 5. Результаты развития сульфидов путем десульфуризации в водной фазе сточных вод (проба № 2) в анаэробных условиях (иллюстрация авторов)

Сравнение результатов обработки воды в реакторе с перемешиванием и добавлением сульфата натрия с обработкой воды в реакторе без перемешивания, показывает, что в статическом режиме концентрация газообразного сероводорода после 12 часового отстаивания меняется интенсивнее и до больших концентраций. Повышение концентрации сульфатов в пробах увеличивает образование газа сероводорода над свободной поверхностью сточных вод. По динамике изменения кривой (концентрация SO_4^{2-}) следует, что в реакторе протекают процессы десульфуризации. Особенно активно процессы десульфуризации протекают на начальных стадиях обработки (12-24 часов), затем процесс затухает и, при поступлении новых порций сульфатов, процесс десульфуризации снова активизируется.

Концентрация газа сероводорода в пробе № 1 изменилась с 7 до 12 ppm – в динамическом режиме и соответственно с 7 до 15 ppm – статическом.

Концентрация газа сероводорода в пробе № 2 изменилась с 12 до 18 ppm – в динамическом режиме и соответственно с 12 до 20 ppm – статическом.

Применительно к рассматриваемому участку канализационной сети, очевидно, что, повышение мутности стоков на нижних участках связано с увеличением расходов на верхних участках, срыв ранее сформированной биопленки, размыв старых отложений. Во взвешенных частицах также продолжается деятельность сульфатредуцирующих бактерий, но с меньшей интенсивностью, т.е. есть создаются менее благоприятные условия для их деятельности.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что во время лабораторных испытаний в водной фазе при десульфуризации в проточной воде, образование сульфидов происходит незначительно. На практике это может означать, что образование сульфидных форм в потоках (в жидкой фазе канализационных стоков) в анаэробных условиях канализационных стоков путём десульфуризации не существенно.

Список библиографических ссылок

1. Розенталь Н. К. Коррозия и защита бетонных и железобетонных конструкций сооружений очистки сточных вод // Бетон и железобетон. 2011. № 2. С. 78–85.
2. Талипов Р. А., Клявлиня Я. М., Клявлин М. С. Исследование проблем канализационных запахов : сб. ст. Проблемы строительного комплекса России XVI Международной научно-технической конференции / УГНТУ. Уфа, 2012. С. 155.
3. Gostelow P., Parsons S. Sewage treatment works odour measurement // Water Sci. Technol. 2000. № 6. Р. 33–40.
4. Талипов Р. А., Клявлиня Я. М., Клявлин М. С., Бобков О. В. Реагентный метод борьбы с запахами из систем канализации : сб. ст. Водоснабжение, водоотведение и

- системы защиты окружающей среды IV Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / УГНТУ. Уфа, 2013. С. 3.
5. Талипов Р. А., Габдраупова А. Д., Клявлиная Я. М., Клявлин М. С. Методы борьбы с неприятными запахами из канализации : сб. ст. Водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды V Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / УГНТУ. Уфа, 2014. С. 49–51.
 6. Кофман В. Я. Сероводород и метан в канализационных сетях (обзор) // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 5 С. 72–78.
 7. Zhang L., De Schryver P., De Gussemе B. Chemical and biological technologies for hydrogen sulfide emission control in sewer systems: a review // Water Research. 2008. № 42. P. 1–2.
 8. Matias N., Matos R. V., Ferreira F., Vollertsen J., Matos J. S. Predicting sulphide concentration in a sewer // Water Sci. Technol. 2017. № 75. P. 7–8.
 9. Jiang G., Sun X., Keller J., Bond P. L. Identification of controlling factors for the initiation of corrosion of fresh concrete sewers // Water Research. 2015. № 31. P. 10–12.
 10. Васильев В. М., Панкова Г. А., Столбихин Ю. В. Разрушение канализационных тоннелей и сооружений на них вследствие микробиологической коррозии // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 9. С. 67–76.
 11. Вильсон Е. В. Исследования в области удаления восстановленных соединений серы из сточных вод // Науковедение. 2013. № 31. С. 1–10.
 12. Дрозд Г. Я., Хвортова М. Ю., Пилипенко В. Н. Механизм преобразования биологически активной среды канализационных коллекторов в агрессивную эксплуатационную среду // Сборник научных трудов ДонГТУ. 2013. № 40. С. 163–167.
 13. Третьяков С. Ю., Мелехин А. Г. Удаление сульфидов образующихся при транспортировке бытовых сточных вод // Строительство и архитектура. Опыт и современные технологии. 2012. № 1. С. 1–11.
 14. Сорокина О. Н., Миннихметов В. Р., Шемель И. Г., Кусачева С. А. Исследование условий жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий // Международный студенческий научный вестник. VII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум 2015». 2015. С. 1–5.

Talipov Rustem Alfirovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: talip2@yandex.ru

Kliavlin Mars Salihovich

doctor of chemical sciences, professor

E-mail: mars_klavlin@mail.ru

Bobkov Oleg Vladimirovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: bobkoleg@yandex.ru

Kliavlina Iana Marsovna

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: janakljalina@yandex.ru

Ufa State Petroleum Technological University

The organization address: 450062, Russia, Ufa, Kosmonavtov st., 1

**Study of the formation of sulphides in anaerobic conditions
in the liquid phase of sewage****Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to identify the possibility of the formation of hydrogen sulfide gas by desulfurization in an anaerobic environment, in the liquid phase of moving wastewater, to determine the effect of sulfate concentration on the intensity of hydrogen sulfide gas formation

Results. The main results of the study consist in determining the possibility and intensity of the formation of hydrogen sulfide gas by desulphurisation under anaerobic conditions, in the liquid phase of moving wastewaters.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry is that knowledge about the conditions for the formation of hydrogen sulfide gas in sewage systems can be used in solving problems of improving the reliability of sewage networks and providing a favorable air environment in areas adjacent to the sewer network. The results of the study allow to add knowledge to improve the methods of control over the processes of transformation of sulfur compounds in the sewer system.

Keywords: hydrogen sulfide, sulfides, desulfurization, biofilm, sulfate reduction, anaerobic.

References

1. Rozental N. K. Corrosion and protection of concrete and reinforced concrete structures of wastewater treatment facilities // *Beton i zhelezobeton*. 2011. № 2. P. 78–85.
2. Talipov R. A., Kljavlina J. M., Kljavlin M. S. Study of sewage odor problems : dig. of art. Problems of the building complex of Russia XVI International Scientific and Technical Conference / UGNTU. Ufa, 2012. P. 155.
3. Gostelow P., Parsons S. Sewage treatment works odour measurement // *Water Sci. Technol.* 2000. № 6. P. 33–40.
4. Talipov R. A., Kljavlina J. M., Kljavlin M. S., Bobkov O. V. Reagent method of dealing with odors from sewage systems : dig. of art. Water supply, sewage and environmental protection systems – IV International Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists / UGNTU. Ufa, 2013. P. 3.
5. Talipov R. A., Kljavlina J. M., Kljavlin M. S., Gabdraupova A. D. Methods of dealing with unpleasant odors from sewage : dig. of art. Water supply, sewage and environmental protection systems – V International Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists / UGNTU. Ufa, 2014. P. 49–51.
6. Kofman V. J. Hydrogen sulfide and methane in sewer networks (review) // *Vodosnabzheniye i sanitarnaya tekhnika*. 2012. № 5. P. 72–78.
7. Zhang L., De Schryver P., De Gussem B. Chemical and biological technologies for hydrogen sulfide emission control in sewer systems: a review // *Water Research*. 2008. № 42. P. 1–2.
8. Matias N., Matos R. V., Ferreira F., Vollertsen J., Matos J. S. Predicting sulphide concentration in a sewer // *Water Sci. Technol.* 2017. № 75. P. 7–8.
9. Jiang G., Sun X., Keller J., Bond P. L. Identification of controlling factors for the initiation of corrosion of fresh concrete sewers // *Water Research*. 2015. № 31. P. 10–12.
10. Vasiljev V. M., Pankova G. A., Stolbihin J. V. Destruction of sewer tunnels and structures on them due to microbiological corrosion // *Vodosnabzheniye i sanitarnaya tekhnika*. 2013. № 9. P. 67–76.
11. Wilson E. V. Research on the removal of reduced sulfur compounds from wastewater // *Naukovedenie*. 2013. № 31. P. 1–10.
12. Drozd G. J., Hvortova M. J., Pilipenko V. N. The mechanism of transformation of the biologically active environment of sewers into an aggressive operational environment // *Sbornik nauchnykh trudov DonGTU*. 2013. № 40. P. 163–167.
13. Tretjakov S. J., Melehin A. G. Removal of sulphides generated during transportation of domestic wastewater // *Stroitel'stvo i arkhitektura. Opyt i sovremennyye tekhnologii*. 2012. № 1. P. 1–11.
14. Sorokina O. N., Miniahmetov V. R., Chemel I. G., Kusacheva S. A. Study of the life conditions of sulfate-reducing bacteria // *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik. VII International Student Electronic Scientific Conference «Student Science Forum 2015»*. 2015. P. 1–5.



УДК 535.33

Потапова Людмила Ильинична

кандидат химических наук, доцент

E-mail: ludmilapo@mail.ru

Фурер Виктор Львович

доктор химических наук, профессор

E-mail: furter@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Коваленко Валерий Игнатьевич

доктор химических наук, профессор

E-mail: koval@iopc.ru

Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова

Адрес организации: 420088, Россия, г. Казань, ул. Арбузова, д. 8

Конформационный анализ тиакаликс[4]аренов методом ИК-спектроскопии

Аннотация

Постановка задачи. Цель этой работы состояла в том, чтобы выполнить конформационный анализ и изучить Н-связи в тиакаликс[4]аренах на основе экспериментальных и теоретических спектральных исследований.

Результаты. Измерены ИК-спектры тиакаликс[4]аренов с различным типом замещения по верхнему ободу кольца. Рассчитаны энергии и ИК-спектры различных конформеров (конус, нарушенный конус, 1,2-альтернат и 1,3-альтернат). Конформация конус является самой стабильной для всех изученных тиакаликс[4]аренов. Теоретический ИК-спектр молекулы адамантилтиакаликс[4]арена в конформации конус согласуется с экспериментом. Выполнена классификация полос в ИК-спектре адамантилтиакаликс[4]арена.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что изучены новые материалы, применяемые для термостабилизации пленочных покрытий, а также других полимерных изделий. Расчеты и эксперименты показывают, что прочность Н-связей в тиакаликсаренах зависит от типа заместителя. В конформации конус реализуется циклическая система Н-связей для всех изученных тиакаликсаренов. Введение адамантиловых заместителей ведет к сближению атомов кислорода в молекуле тиакаликс[4]арена и Н-связи упрочняются. Конформация конус тиакаликс[4]аренов не меняется при нагревании до температуры 180° С и растворении в нейтральном растворителе.

Ключевые слова: ИК-спектроскопия, каликсарены, функционал плотности.

Введение

Каликсарены – это макроциклические соединения, которые используются в катализе, распознавании молекул, разделении ионов, в качестве сенсоров в различных сферах человеческой активности, в медицинской практике и защите окружающей среды [1]. Каликсарены являются превосходными соединениями для разработки новых молекул хозяев для супрамолекулярной химии [1]. Важно расширить функции каликсаренов путем замены метиленовых мостиков гетероатомами [1]. Введение четырех атомов серы в тиакаликсарены ведет к изменению размера их макроцикла, конформации и способности к химической модификации [2-5]. Изучение каликсаренов позволяет расширить границы их практического применения [6-9]. В отличие от химии классических каликсаренов только очень небольшое число сведений о производных тиакаликсаренов по верхнему ободу может быть найдено в литературе.

Как часть наших усилий по развитию новых рецепторов для распознавания молекул или ионов, мы разработали метод приготовления адамантилкаликсаренов [10]. Адамантиловое звено было выбрано в качестве заместителя по следующим причинам: оно имеет липофильную структуру, которая обеспечивает растворимость лиганда в органических растворителях, имеет несколько положений для добавления заместителей, что позволяет последующую настройку способности к комплексообразованию. Гибкость молекул

каликсаренов и их способность образовывать водородные связи являются важными чертами, которые используются для образования комплексов. Инфракрасная спектроскопия – один из наиболее общих и удобных методов изучения конформации молекул и водородных связей. Все же, интерпретация экспериментальных ИК-спектров каликсаренов достаточно сложная задача и требует выполнения квантово-химических расчетов молекул.

Насколько нам известно, изучение ИК-спектров *p*-(1-адамантил)тиакаликс[4]арена до сих пор не проводилось. Цель этой работы состояла в том, чтобы изучить нормальные колебания, конформации и водородные связи в молекулах тиакаликс[4]аренов с различными типами заместителей по верхнему ободу кольца, на основе экспериментального изучения ИК-спектров при различных температурах в твердом состоянии и растворе, и квантово-химических расчетов, используя теорию функционала плотности. Нам кажется важным установить взаимное соответствие между структурой молекул тиакаликсаренов, конформацией, водородными связями и инфракрасными спектрами.

Методика съемки ИК-спектров каликсаренов

Синтез *p*-(1-адамантил)тиакаликс[4]арена (R= Ад) (рис. 1) был описан ранее [10]. Для сравнения тиакаликс[4]арен и его *p*-*трет*-бутильный производный также рассмотрены (рис. 1). Их синтез и основные характеристики сообщались ранее [1].

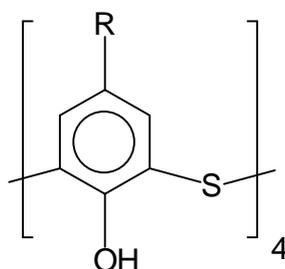


Рис. 1. Структура тиалкаликс[4]аренов; R = H, t-Бутил, Ад (иллюстрация авторов)

Каликсарены подвергаются деструкции лишь при температуре выше 350° С [1]. Были выполнены температурные исследования ИК-спектров. Записаны ИК-спектры при постепенном нагревании образцов до 180° С. Детектирование ИК-спектров в области 4000-400 см⁻¹ и разрешением 4 см⁻¹ производилось с помощью спектрофотометра Вектор-22. Шестидесять четыре скана накапливались для каждого спектра. Кристаллические вещества измельчались в мельнице и прессовались в таблетки KBr. Спектры растворов в четыреххлористом углероде снимались для концентрации ~1×10⁻⁴ моль·г⁻¹.

Расчет геометрии и ИК-спектров *p*-(1-адамантил)тиакаликс[4]арена проводился с функционалом PBE и базисом TZ2P. Вычисления выполнены с помощью программы «Природа».

Изучение водородных связей в адамантилтиакаликс[4]арене

В ИК-спектрах тиакаликс[4]аренов OH-группы имеют более высокие частоты, чем в классических каликс[4]аренах (рис. 2, табл. 1). В ИК-спектре *p*-*трет*-бутилтиакаликс[4]арена в твердой фазе (3248 см⁻¹) и растворе в CCl₄ (3281 см⁻¹), наблюдается симметричная полоса валентных колебаний гидроксильных групп. Частота полосы νOH в ИК-спектре *p*-*трет*-бутилтиакаликс[4]арена (3248 см⁻¹) выше, чем в спектре *p*-*трет*-бутилкаликс[4]арена (3157 см⁻¹), а внутримолекулярная водородная связь слабее.

При замещении метиленовых групп атомами серы, размер макроцикла увеличивается. Двугранные углы наклона ароматических фрагментов в молекуле *p*-*трет*-бутилтиакаликс[4]арене относительно плоскости, проходящей через четыре атома серы, возрастают, и в результате, расстояние между атомами кислорода увеличивается.

Изучение ИК-спектров при температурах достаточно высоких для того, чтобы устранить молекулы гостей, но недостаточно высоких для того, чтобы разрушить молекулы каликсаренов, возможно, самый легкий способ наблюдения чистых каликсаренов.

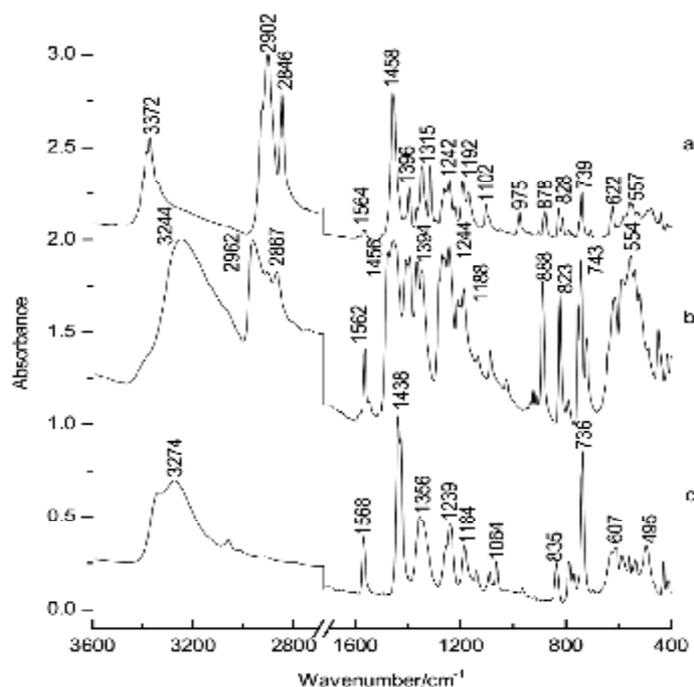


Рис. 2. Экспериментальные ИК-спектры адамантилтиакаликс[4]арена (а), *para-tert*-бутилтиакаликс[4]арена (б) и тиакаликс[4]арена (в) в кристаллическом состоянии (иллюстрация авторов)

Таблица 1

Экспериментальные частоты колебаний гидроксильных групп ν ОН кристаллов и разбавленных растворов в CCl_4

Соединение	Исходный кристалл, T_k	$T=180^\circ C$	Охлажденный кристалл, T_k	Раствор в CCl_4
Тиакаликс[4]арен	3274, 3343	3281, 3343	3272, 3343	3310
<i>p</i> -Трет-бутилтиакаликс[4]арен	3248	3265	3243	3282
Адамантилтиакаликс[4]арен	3372	3375	3372	3254

В тоже время, возможно, что нагревание даже в пределах кристаллической фазы приведет к перестройке конформации и реорганизации водородных связей. Нагревание образца *p-tert*-бутилтиакаликс[4]арена до $180^\circ C$ не сопровождается перестройкой водородных связей (табл. 1) и не являются необратимыми.

В тиакаликс[4]аренах под действием объемных заместителей по верхнему ободу происходит сближение гидроксильных групп и упрочнение водородной связи. В ИК-спектрах растворов тиакаликс[4]аренов только полосы ОН-групп, вовлеченных в образование водородных связей, были зарегистрированы, поэтому конформация конус сохраняется в растворе. Объемные адамантановые группы препятствуют упрочнению Н-связей в растворе. В отсутствие объемных заместителей в макроцикле, кооперативная внутримолекулярная водородная связь ослабляется. Так, что наши ИК-спектральные данные согласуются с результатами полученными рентгеновским и ЯМР-методами.

Согласно квантово-химическими расчетам, благодаря циклической системе водородных связей, конформация конус реализуется для изолированных молекул тиакаликс[4]аренов (рис. 3). В молекуле адамантилтиакаликс[4]арена реализуются четыре водородные связи с расстоянием между атомами кислорода равными 2,71 Å. Это расстояние равно 2,74 Å в молекуле тиакаликс[4]арена. Теоретический угол $O(1)-H(41)...O(2)$ равен $155,1^\circ$ в молекуле адамантилтиакаликс[4]арена и $152,3^\circ$ – в молекуле тиакаликс[4]арена. Так, что введение адамантилового заместителя сопровождается укорочением и упрочнением водородных связей.

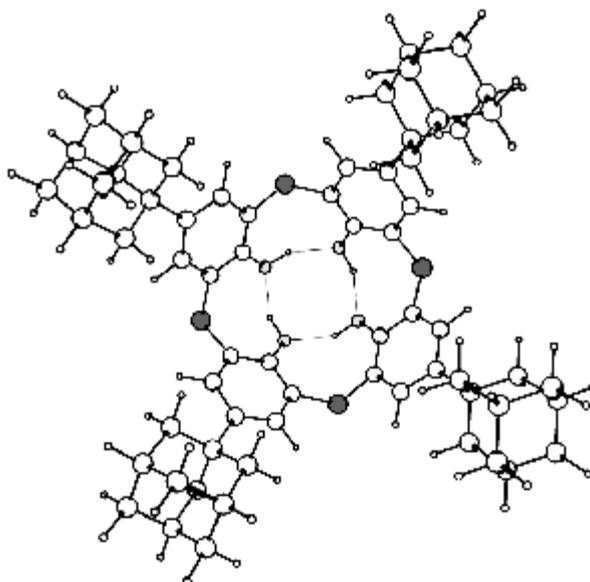


Рис. 3. Структура адамантилтиакаликс[4]арена в конформации конус (иллюстрация авторов)

В конформации нарушенный конус только три водородных связи образуются, и она менее стабильна, чем конформация конус, с четырьмя водородными связями. Расчет показывает, что 1,2-альт конформер с двумя водородными связями, более стабилен, чем 1,3-альт конформер, где нет водородных связей, но разница энергий между эти конформациями меньше, чем 1 Ккал/моль. 1,2-Альт и 1,3-альт конформации каликс[4]арена примерно на 4 Ккал/моль менее стабильны, чем соответствующие конформации тиакаликс[4]арена. Сравнительные энергии конформеров конус, частичный конус, 1,2-альт и 1,3-альт молекул тиакаликс[4]аренов представлены в табл. 2.

Циклы на нижнем и верхнем ободе определяют структуру молекул каликсаренов. Образуется конформация, с самым прочным водородным связыванием, и не напряженным ковалентным циклом. Ковалентный цикл в тиакаликс[4]арене больше системы циклических водородных связей. Плоская структура не реализуется в тиакаликс[4]арене, поскольку в этом случае атомы кислорода соседних гидроксильных групп очень близки друг к другу. Поэтому в тиакаликс[4]аренах с незамещенными гидроксильными группами образуется конусная конформация, в которой нет пространственного напряжения. Конформация тиакаликс[4]аренов может быть описана путем задания углов α между фенильными кольцами и плоскостью, проходящей через четыре атома серы.

Таблица 2

Относительные энергии ΔE (Ккал/моль) конформеров производных каликс[4]аренов, рассчитанные на уровне ФП/ПБЭ/TZ2P

Конформер	Тиакаликс[4]арен	р-Трет-бутил-тиакаликс[4]арен	Адамантилтиа-каликс[4]арен
Конус	0,0	0,0	0,0
Нарушенный конус	9,1	9,2	9,0
1,2-альтернат	10,3	10,6	10,5
1,3-альтернат	7,9	11,2	11,5

Для молекулы адамантилтиакаликс[4]арена средняя величина угла α равна $50,9^\circ$ и согласуется с экспериментальной величиной $53,8^\circ$, полученной рентгеновским методом. Для молекул тиакаликс[4]арена и р-трет-бутилтиакаликс[4]арена средние величины рассчитанных углов α равны $50,8$ и $50,9^\circ$ и согласуются с экспериментальными величинами $52,9$ и $60,5^\circ$. Так, что ориентация бензольных колец в тиакаликсаренах зависит от типа заместителя.

В цепях водородных связей кооперативный эффект вызван взаимной поляризацией этих связей. Анализ натуральных населенностей был выполнен для определения водородных связей в молекулах тиакаликсаренов. Распределение зарядов на атомах в молекуле адамантилтиакаликс[4]арена почти идентично с тиакаликс[4]ареном. В системе водородных связей происходит перенос заряда с атомов кислорода на атомы водорода. Поэтому, заряды на атомах в молекулах адамантилтиакаликс[4]арена и фенола заметно отличаются.

Для интерпретации ИК-спектров молекулы адамантилтиакаликс[4]арена было рассчитано распределение потенциальной энергии. Классификация нормальных колебаний была выполнена путем анализа смещений атомов в декартовых координатах и расчета распределения потенциальной энергии во внутренних координатах.

Теоретическая кривая поглощения для изолированной молекулы адамантилтиакаликс[4]арена проще, чем экспериментальный ИК-спектр кристаллического образца, в котором наблюдаются сдвиги и расщепления полос. Экспериментальный ИК-спектр адамантилтиакаликс[4]арена соответствует рассчитанному для конформации конус (рис. 4). Полосы валентных колебаний связей ОН и СН были зарегистрированы в области $3400\text{--}2800\text{ см}^{-1}$ экспериментального ИК спектра адамантилтиакаликс[4]арена.

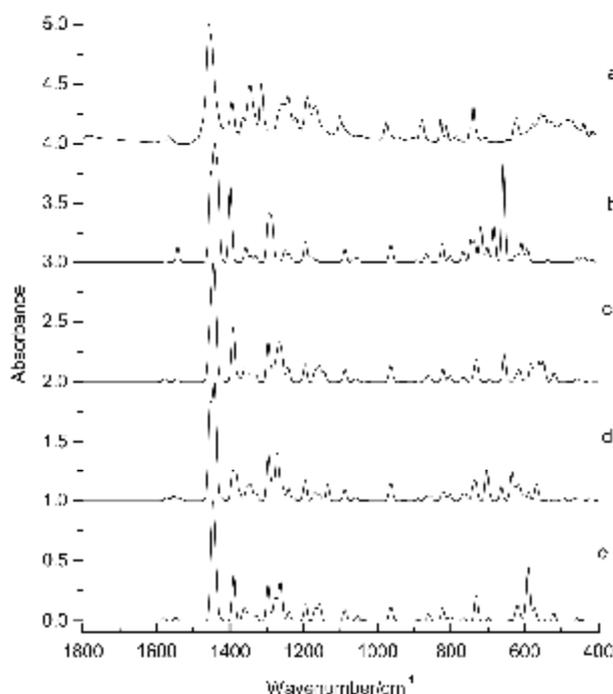


Рис. 4. Экспериментальные (а) и теоретические ИК-спектры адамантилтиакаликс[4]арена в конформации конус (b), частичный конус (c), 1,2-альтернат (d) и 1,3-альтернат (e) в области $1800\text{--}400\text{ см}^{-1}$ (иллюстрация авторов)

Широкий пик 3372 см^{-1} обусловлен растяжением гидроксильных ОН-групп. Его положение доказывает образование водородной связи. Полосы 2926 , 2902 и 2846 см^{-1} обусловлены ассимметричными и симметричными валентными колебаниями метиленовых групп.

Частоты 1586 , 1564 и 1290 см^{-1} вызваны ассимметричными деформациями метиленовых групп. Линия 1396 см^{-1} обусловлена деформационными колебаниями НСН- и СОН-групп. Эта полоса сдвигается к высоким частотам при образовании Н-связи. Пик 1346 см^{-1} вызван деформациями метиленовых групп.

Пики 1259 , 1242 и 1222 см^{-1} в обусловлены растяжением связей СО и СС, и ССН деформациями. Пики 1192 , 1169 и 1102 см^{-1} относятся к деформационным колебаниям ароматических связей СН. Пики 975 , 878 и 828 см^{-1} вызваны СС растяжением и ССН деформационными колебаниями. Линия 787 см^{-1} относится к растяжению связей СС. Линии 739 и 707 см^{-1} относятся к кручению и изгибу бензольных колец.

Полосы при 622, 578 и 557 см^{-1} были отнесены к кручению ароматических звеньев. Полоса 526 см^{-1} вызвана деформациями адамантиловых групп. Полоса при 474 см^{-1} может быть вызвана торсионными колебаниями макроцикла. Пик 439 см^{-1} обусловлен кручением и изгибом ароматических фрагментов. Линия 417 см^{-1} была вызвана торсионными колебаниями бензольных колец.

Интересно прояснить изменения в ИК-спектрах адамантилтиакаликс[4]арена для четырех возможных конформаций (конус, нарушенный конус, 1,2- или 1,3-альтернат). Для этого выполнен расчет ИК-спектров для четырех возможных конформаций молекулы адамантилтиакаликс[4]арена.

Сравнение теоретических ИК-спектров конформеров молекулы адамантилтиакаликс[4]арена показывает, что при переориентации ароматических звеньев происходит перераспределение интенсивности ряда полос (рис. 3). Для аналитических целей были выбраны полосы при 1399, 1295, 658 см^{-1} (конус), 1393, 1296, 1264, 656 см^{-1} (нарушенный конус), 1394, 703, 664 см^{-1} (1,2-альтернат), 1391, 1296, 592 см^{-1} (1,3-альтернат).

Заключение

Рассмотрение наблюдаемых инфракрасных спектров показывает, что Н-связь в тиакаликс[4]аренах слабее, чем в классических каликс[4]аренах. Водородные связи в тиакаликс[4]аренах упрочняются под влиянием адамантиловых заместителей.

Изучение ИК-спектров в сочетании с теоретическим расчетом нормальных колебаний позволяет получить детальное описание динамики колебаний молекул тиакаликс[4]аренов. Были идентифицированы полосы, характерные для конформаций конус, нарушенный конус, 1,2- или 1,3-альтернат. Растворение и нагревание до 180° С не ведет к изменению конформации молекул тиакаликс[4]аренов.

Список библиографических ссылок

1. Gutsche C. D. Calixarenes. Cambridge, 1989. 223 p.
2. Шокова Э. А., Ковалев В. В. Тиакаликсарены – новый класс синтетических рецепторов // Рус. Ж. Орг. Хим. 2003. № 39. С. 1–28.
3. Сагадеев Е. В., Строганов В. Ф. Биоповреждение строительных материалов // Строительные материалы. 2015. № 5. С. 5–9.
4. Коваленко В. И., Чернова А. В., Борисоглебская Е. И., Кацюба С. А., Зверев В. В. Кооперативная внутримолекулярная водородная связь и конформации молекул тиокаликс[4]аренах // Изв. Акад. наук. Сер. хим. 2002. № 5. С. 762–764.
5. Katsyuba S. A., Kovalenko V. I., Chernova A. V., Vandyukova E. E., Zverev V. V., Shagidullin R. G., Antipin I. S., Solovieva S., Stoikov I. Vibrational Spectra, Cooperative Intramolecular Hydrogen Bonding and Conformations of Calix[4]arene and Thiacalix[4]arene Molecules and Their para-tert-Butyl Derivatives // Org. Biomol. Chem. 2005. V. 3. № 14. P. 2558–2565.
6. Furer V. L., Borisoglebskaya E. I., Kovalenko V. I. Band intensity in the IR spectra and conformations of calix[4]arene and thiacalix[4]arene // Spectrochim. Acta, A. 2005. V. 61. P. 355–359.
7. Furer V. L., Borisoglebskaya E. I., Kovalenko V. I. The hydrogen bonding and conformations of p-tert-butylcalix[4]arene as studied by IR-spectroscopy and by DFT calculations // Spectrochim. Acta, A. 2005. V. 62. P. 483–493.
8. Furer V. L., Borisoglebskaya E. I., Zverev V. V., Kovalenko V. I. DFT- and IR-spectroscopic analysis of p-tert-butylthiacalix[4]arene // Spectrochim. Acta, A. 2006. V. 63. № 1. P. 207–212.
9. Коваленко В. И., Маклаков Л. И., Борисоглебская Е. И., Потапова Л. И., Шокова Э. А., Вацуро И. М., Ковалев В. В. Внутримолекулярная кооперативная водородная связь в каликс[n]аренах (n = 4, 6, 8) с объемными заместителями // Известия Акад. Наук. Сер. Хим. 2007. № 6. С. 1062–1068.
10. Shokova E. A., Tafeenko V. A., Kovalev V. V. First synthesis of adamantlylated thiacalixcalix[4]arenes // Tetrahedron. Lett. 2002. V. 43. P. 5153–5156.

Potapova Ludmila Ilinichna

candidate of chemical sciences, associate professor

E-mail: ludmilapo@mail.ru**Furer Victor Lvovich**

doctor of chemical sciences, professor

E-mail: furer@kgasu.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Kovalenko Valery Ignatievich

doctor of chemical sciences, professor

E-mail: koval@iopc.ru**A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, RAS**

The organization address: 420088, Russia, Kazan, Arbuzov st., 8

Conformational analysis of thiacalix[4]arene by IR-spectroscopy method**Abstract**

Problem statement. The purpose of this work was to perform a conformational analysis and study H-bonds in thiacalix [4] arenas based on experimental and theoretical spectral studies.

Results. The IR-spectra of the thiacalix[4]arene, para-tert-butylthiacalixarene and adamantylthiacalix[4]arene were studied. The energy and IR-spectra of various conformers (cone, partial cone, 1,2 alternate and 1,3 alternate) are calculated. The conformation of the cone is the most stable for all the studied thiacalix[4]arenas. The theoretical IR-spectrum of the adamantylthia[4]calixarene molecule of in cone conformation is consistent with the experiment. The band classification in the IR spectrum of the adamantylthiacalix[4]arene was performed.

Conclusions. The importance of the results obtained for the construction industry is that new materials have been studied and can be used to thermally stabilize film coatings, as well as other polymeric products. Calculations and experiments show that the strength of H-bonds in thiacalixarenes depends on the type of substituent. In the conformation of the cone, a cyclic system of H-bonds is realized for all the thiacalixarenes studied. The introduction of adamantyl substituents leads to the convergence of oxygen atoms in the thiacalix[4]arene molecule and the H-bonds are enhanced. The conformation cone of the thiacalix[4]arene does not change when heated to a temperature of 180° C and dissolved in a neutral solvent.

Keywords: IR-spectra, calixarenes, density functional theory.

References

1. Gutsche C. D. Calixarenes. Cambridge, 1989. 223 p.
2. Shokova E. A., Kovalev V. V. Tiakalixarenes – a new class of synthetic receptors // Rus. J. Org. Chem. 2003. № 39. P. 1–28.
3. Sagadeev E. V., Stroganov V. F. Biological damage of building materials // Stroitel'nyye materialy. 2015. № 5. P. 5–9.
4. Kovalenko V. I., Chernova A. V., Borisoglebskaya E. I., Katsyuba S. A., Zverev V. V. Cooperative intramolecular hydrogen bond and molecular conformations of thiacalix [4] arenas // Izv. Acad. nauk. Ser. him. 2002. № 5. P. 762–764.
5. Katsyuba S. A., Kovalenko V. I., Chernova A. V., Vandyukova E. E., Zverev V. V., Shagidullin R. G., Antipin I. S., Solovieva S., Stoikov I. Vibrational Spectra, Co-operative Intramolecular Hydrogen Bonding and Conformations of Calix[4]arene and Thiacalix[4]arene Molecules and Their para-tert-Butyl Derivatives // Org. Biomol. Chem. 2005. V. 3. № 14. P. 2558–2565.

6. Furer V. L., Borisoglebskaya E. I., Kovalenko V. I. Band intensity in the IR spectra and conformations of calix[4]arene and thiacalix[4]arene // Spectrochim. Acta, A. 2005. V. 61. P. 355–359.
7. Furer V. L., Borisoglebskaya E. I., Kovalenko V. I. The hydrogen bonding and conformations of *p*-tert-butylcalix[4]arene as studied by IR-spectroscopy and by DFT calculations // Spectrochim. Acta, A. 2005. V. 62. P. 483–493.
8. Furer V. L., Borisoglebskaya E. I., Zverev V. V., Kovalenko V. I. DFT- and IR-spectroscopic analysis of *p*-tert-butylthiacalix[4]arene // Spectrochim. Acta, A. 2006. V. 63. № 1. P. 207–212.
9. Kovalenko V. I., Maklakov L. I., Borisoglebskaya E. I., Potapova L. I., Shokova E. A., Vatsuro I. M., Kovalev V. V. Intermolecular cooperative hydrogen bond in calix [n] arenas (n = 4, 6, 8) with bulky substituents // Izvestia Acad. nauk. Ser. him. 2007. № 6. P. 1062–1068.
10. Shokova E. A., Tafeenko V. A., Kovalev V. V. First synthesis of adamantylated thiacalixcalix[4]arenes // Tetrahedron. Lett. 2002. V. 43. P. 5153–5156.

УДК 535.33

Фурер Виктор Львович

доктор химических наук, профессор

E-mail: furer@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Коваленко Валерий Игнатьевич

доктор химических наук, профессор

E-mail: koval@iopc.ru

Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова

Адрес организации: 420088, Россия, г. Казань, ул. Арбузова, д. 8

Изучение колебательных спектров дендримера с концевыми пиразиновыми группами

Аннотация

Постановка задачи. Цель работы состояла в том, чтобы путем экспериментального исследования ИК- и КР-спектров и квантово-химических расчетов, установить структуру дендримера G_1 . Наша задача заключалась в том, чтобы провести анализ динамики молекулярных ассоциатов, образованных водородными связями и выявить характеристики составных частей дендримера: ядра, повторяющихся звеньев и концевых групп путем квантово-химических расчетов.

Результаты. Измерены ИК- и КР-спектры дендримера первого поколения G_1 с концевыми пиразиновыми группами. Оптимизация структуры и исследование колебаний реализованы для G_1 квантово-химическим методом. Рассчитанные геометрические параметры молекулы согласуются с опытом. Выработанные концепции важны для установления взаимосвязи между структурой и динамическими свойствами дендримеров.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что получены и исследованы новые наноматериалы, которые можно применять для создания лакокрасочных материалов, электропроводящей нанокраски, теплоизоляционных материалов, нанобетонов. Линия 1577 см^{-1} в спектре комбинационного рассеяния света, обусловленная валентными колебаниями связей $C=N$, характерна для повторяющихся групп дендримера. Амидные группы показывают полосы $3393, 1675\text{ см}^{-1}$ в ИК-спектре. Выполнена классификация колебаний дендримера.

Ключевые слова: дендример, колебательные спектры, квантовая химия.

Введение

Дендримеры – это высокоразветвленные высокомолекулярные соединения [1-3]. Форму и свойства дендримеров можно контролировать. Фрагменты молекул дендримеров – ядро, повторяющиеся звенья и концевые группы – можно изменять в заданном направлении [4].

Фосфорсодержащие дендримеры взаимодействуют с клетками и используются в качестве лекарств [4]. Они являются ключевым объектом наномедицины [4]. Пиразин и его производные используются для синтеза различных наноматериалов, основанных на дендримерах [5-8]. Колебательная спектроскопия дает возможность проследить за синтезом дендримеров и определить тип концевых групп и характер внутри- и межмолекулярных взаимодействий.

В этой статье авторы сообщают об исследовании колебательных спектров вместе с квантово-химическими расчетами первого поколения дендримера, построенного из циклотрифосфазенового ядра, шести повторяющихся звеньев $-O-C_6H_4-CH=N-N(CH_3)-P(S)<$ и двенадцати 4-оксифенетиамидопиразиновых концевых групп $-O-C_6H_4-(CH_2)_2-NH-CO-C_4N_2H_3$. Такой дендример был выбран потому, что родственное соединение с amino-бисметиленовыми фосфонатными группами может быть использовано для активации моноцитов [9]. Поэтому основной целью этой работы было получение спектральных характеристик различных структурных частей дендримера:

циклотрифосфазенового ядра, повторяющихся звеньев и концевых групп на основе квантово-химических расчетов.

Методика регистрации колебательных спектров дендримера

Процесс синтеза фосфорных дендримеров подробно описан [8]. Молекула G_1 состоит из ядра, повторяющихся звеньев $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{P}(\text{S})<$, и двенадцати концевых 4-оксифенетиламиновых групп $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_2$ (рис. 1). Изученный дендример является аморфным твердым соединением.

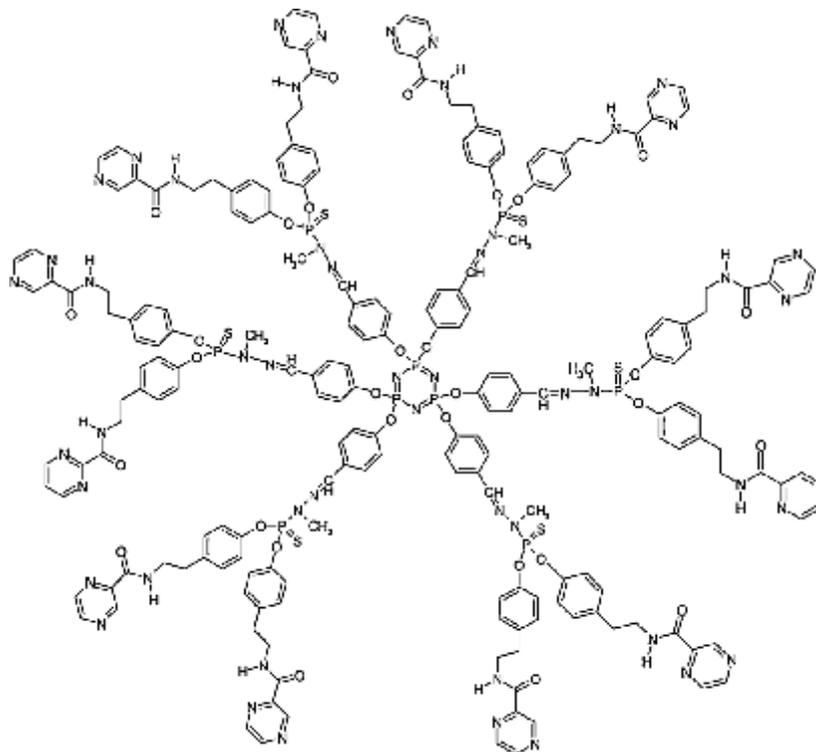


Рис. 1. Структура дендримера G_1 (иллюстрация авторов)

Инфракрасные спектры зарегистрированы в районе $4000-400\text{ см}^{-1}$ с помощью спектрометра Вектор-22 фирмы Брукер. Образцы дендримера были запрессованы в таблетки с КВг.

Спектры комбинационного рассеяния света возбуждались лазером Nd: YAG и регистрировались с помощью приставки RAMPI в диапазоне $3500-150\text{ см}^{-1}$.

Квантово-химические расчеты проводились с помощью функционала PBE, базиса TZ2P и программы «Природа».

Анализ структуры дендримера

Дендример G_1 является аморфным соединением и его структурные параметры неизвестны, но мы можем использовать данные для родственных молекул гексафеноксидициклотрифосфазена, гексакис(4- N^2 (-дихлоро(тио)фосфонил)- N^2 -метилдиазобензин)циклотрифосфазена и N -(2-хлорэтил)пиразин-2-карбоксамиды (табл., рис. 2).

Квантово-химическая теория может объяснить структурные характеристики дендримера G_1 . Плоская структура пиразиновых концевых групп реализуется благодаря взаимодействиям $\sigma^2(\text{C}70-\text{N}75) \rightarrow \sigma^*(\text{C}71-\text{N}72)$ и $\sigma^2(\text{C}70-\text{N}75) \rightarrow \text{n}(\text{LP}1\text{C}74)$ с энергиями 19,82 и 56,42 Ккал/моль. Плоская структура фрагмента $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-$ поддерживается за счет делокализации π -электронов около связей $\text{C}8-\text{C}10$, $\text{C}14-\text{C}15$ распределенных на π^* антисвязывающие орбитали связей $\text{C}11-\text{C}13$, $\text{C}14-\text{C}15$ and $\text{C}18-\text{N}20$ с энергиями стабилизации около 18,91, 22,12, 16,70 Ккал/моль.

Таблица

Экспериментальные и рассчитанные длины связей (Å) и валентные углы (°) дендримера

	Эксп.	Расч.		Эксп.	Расч.
Длины связей					
P(1)–N(4)	1,578	1,606	N(21)–P(26)	1,624	1,713
P(1)–N(6)	1,576	1,613	O(25)–P(26)	1,634	1,648
P(1)–O(7)	1,585	1,645	P(26)–S(27)	1,899	1,929
P(2)–N(4)	1,572	1,623	C(37)–C(50)	1,514	1,510
P(2)–N(5)	1,573	1,608	C(50)–C(53)	1,514	1,547
P(3)–N(5)	1,574	1,606	C(53)–N(64)	1,454	1,452
P(3)–N(6)	1,575	1,625	N(64)–C(66)	1,340	1,360
O(7)–C(8)	1,401	1,386	C(66)–O(67)	1,234	1,227
C(14)–C(18)	1,465	1,462	C(66)–C(79)	1,505	1,516
C(18)–N(20)	1,263	1,292	C(70)–C(71)	1,390	1,400
N(20)–N(21)	1,471	1,364	C(71)–N(75)	1,337	1,343
N(21)–C(22)	1,459	1,461			
Валентные углы					
P(1)–N(4)–P(2)	122,0	119,6	N(20)–N(21)–C(22)	121,7	122,7
P(1)–N(6)–P(3)	121,3	120,6	N(20)–N(21)–P(26)	105,2	114,5
P(1)–O(7)–C(8)	128,7	127,0	N(21)–P(26)–O(25)	110,8	104,8
P(2)–N(5)–P(3)	122,4	120,8	N(21)–P(26)–S(27)	115,6	114,8
N(4)–P(1)–N(6)	117,3	119,0	C(37)–C(50)–C(53)	111,3	111,5
N(4)–P(2)–N(5)	117,6	118,9	C(50)–C(53)–N(64)	113,3	113,0
N(5)–P(3)–N(6)	116,6	118,9	C(53)–N(64)–C(66)	121,5	122,1
O(7)–C(8)–C(10)	118,8	115,4	N(64)–C(66)–C(79)	115,2	112,6
C(8)–C(10)–C(15)	118,8	120,2	C(70)–C(71)–N(72)	121,9	122,2
C(18)–N(20)–N(21)	119,4	119,9	C(70)–N(75)–C(74)	116,2	116,2
Двугранные углы					
P(1)–N(4)–P(2)–N(5)	8,7	17,3	C(33)–C(37)–C(50)–C(53)		95,7
P(1)–N(6)–P(3)–N(5)	9,9	0,2	C(37)–C(50)–C(53)–N(64)	174,0	178,3
P(1)–O(7)–C(8)–C(10)	172,8	163,2	C(50)–C(53)–N(64)–C(66)	83,2	87,2
N(4)–P(1)–O(7)–C(8)	174,7	174,0	C(53)–N(64)–C(66)–C(79)	179,2	177,7
O(7)–C(8)–C(10)–C(15)	174,1	178,8	N(64)–C(66)–C(79)–N(84)	2,4	2,2
C(14)–C(18)–N(20)–N(21)	179,5	179,0	C(66)–C(79)–C(80)–N(81)	179,9	179,9
C(18)–N(20)–N(21)–P(26)	178,1	174,1	C(79)–C(80)–N(81)–C(82)	2,0	0,1
N(20)–N(21)–P(26)–S(27)	179,9	173,8	C(80)–N(81)–C(82)–C(83)	0,4	0,0
S(27)–P(26)–O(25)–C(30)		52,4			

Расчеты показывают, что фрагмент $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{P}(\text{S})<$ плоский. Сканирование потенциальной энергии показало, что молекула G_1 существует преимущественно в одной самой стабильной конформации с двугранными углами N(4)–P(1)–O(7)–C(8) и P(1)–O(7)–C(8)–C(10) равными 173,2 and 161,9°. Экспериментальные двугранные углы равны 174,7 and 172,8° [10].

Фрагмент $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}-\text{CO}-\text{C}_4\text{N}_2\text{H}_3$ содержит плоские районы включающие ароматические и пиразиновые кольца и амидную группу. Оптимизация показывает, что преобладает конформер с двугранными углами C(37)–C(50)–C(53)–N(64) и N(64)–C(66)–C(79)–N(84) равными 178,0 и 0,0°. Наше исследование обнаружило, что циклотрифосфазеновое кольцо слегка неплоское. Шесть повторяющихся звеньев расположены симметрично относительно циклотрифосфазенового кольца: каждая сторона содержит три повторяющихся звена. Пиразиновые группы образуют цикл вокруг циклотрифосфазенового скелета. Оказалось, что молекула дендримера G_1 является двойной чашей с почти плоскими повторяющимися звеньями, которые представляют выпуклую поверхность, а ядро служит дном чаши. Эти результаты согласуются с экспериментальными рентгеновскими данными для замещенных циклотрифосфазенов.

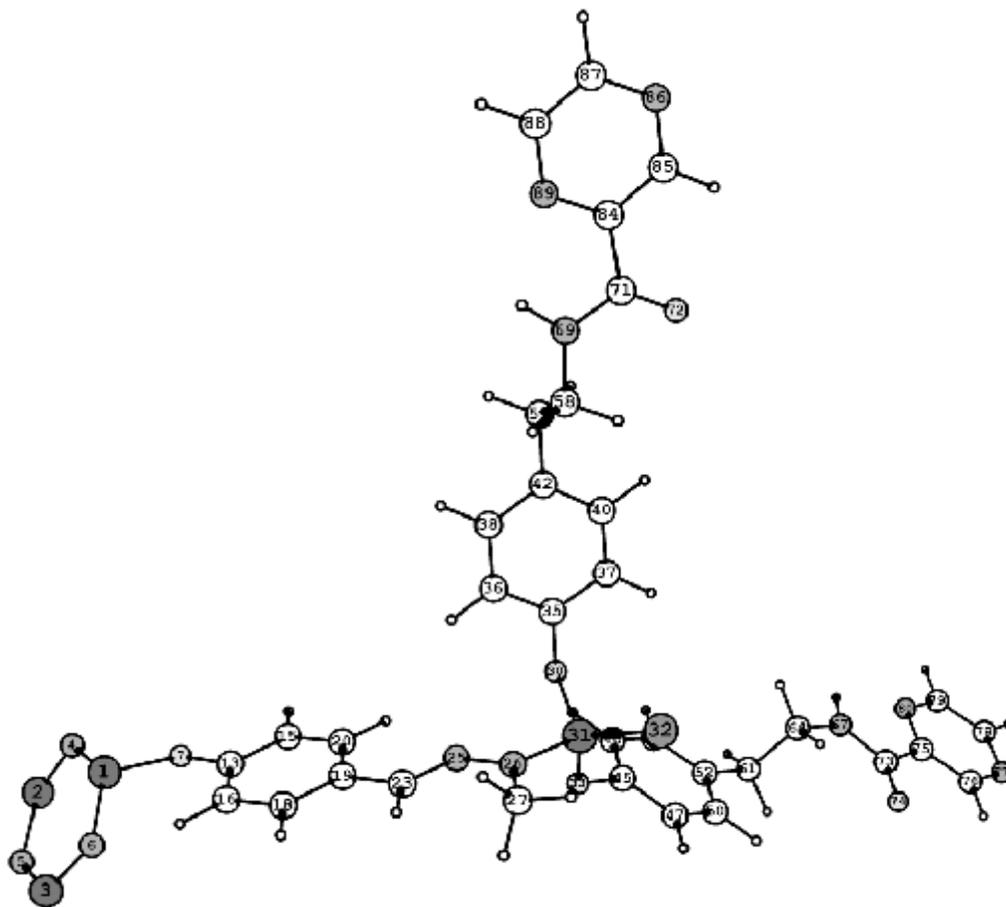


Рис. 2. Структура молекулы дендримера (иллюстрация авторов)

Другое взаимодействие в этой молекуле включает перенос π -электронов $\sigma_2(\text{C18}-\text{N20}) \rightarrow \sigma_2^*(\text{C14}-\text{C15})$, $\sigma_1(\text{P21}-\text{S27}) \rightarrow \sigma_1^*(\text{P21}-\text{O25})$ с энергиями стабилизации 7,56, 5,55 Ккал/моль. В молекуле дендримера реализуется сверхсопряжение неподеленной электронной парой атома серы S27 и антисвязывающей орбиталью $\sigma_1^*(\text{N21}-\text{P26})$ с энергией стабилизации 12,81 Ккал/моль. Важные взаимодействия в молекуле G_1 включают неподеленные электронные пары атомов фосфора, серы, кислорода и азота.

Расчет пространственной структуры молекулы G_1 показывает, что в ней нет пространственных затруднений и концевые группы способны вступать в дальнейшие реакции. Для электрофильной атаки атомы располагаются в порядке $\text{S27} > \text{N21} > \text{N20} > \text{O7} > \text{N72} > \text{O67} > \text{N75}$. Самые богатые электронами места O25, O7, N62 и O67 подходят для образования водородной связи. Самыми электрофильными местами в молекуле G_1 являются N72 and N75, тогда как самые нуклеофильные атомы это N21 and S27.

Молекула G_1 имеет достаточно большую полость для размещения молекул гостей. Расстояние между связями P=S повторяющихся звеньев равно 12 Å. Электростатические взаимодействия определяют структуру систем гость-хозяин. Для описания этих взаимодействий были рассчитаны заряды на атомах и определены полярные связи в различных частях дендримера. Дипольный момент является важной характеристикой электрических свойств молекул. Расчеты показывают, что молекула имеет заметный дипольный момент равный 7,35 Д, который может быть объяснен за счет несимметричного распределения неподеленных электронных пар.

Экспериментальные и теоретические колебательные спектры представлены на рис. 3-4.

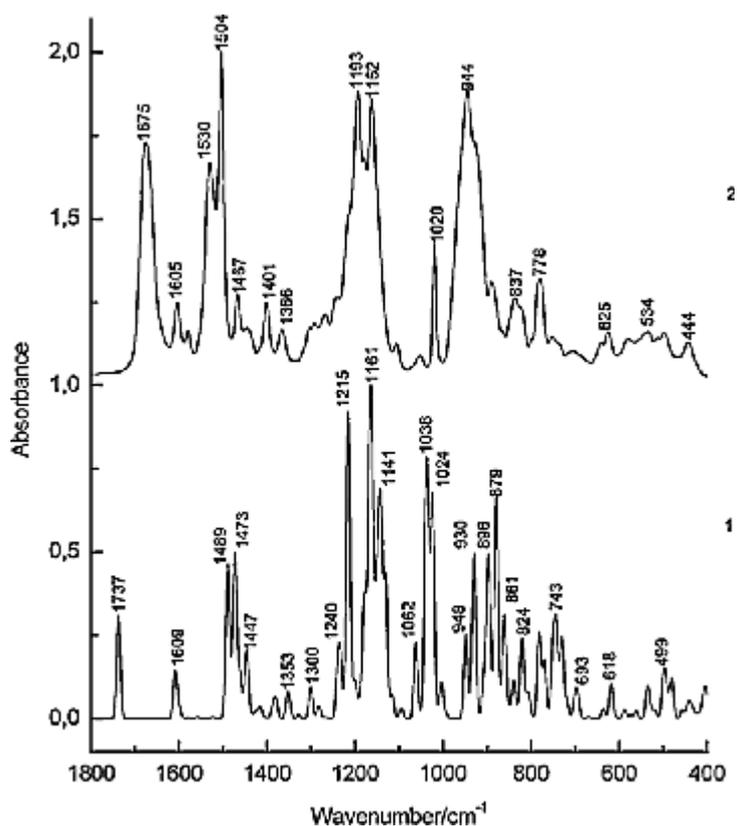


Рис. 3. Вычисленный (1) и наблюдаемый (2) инфракрасные спектры G_1 (иллюстрация авторов)

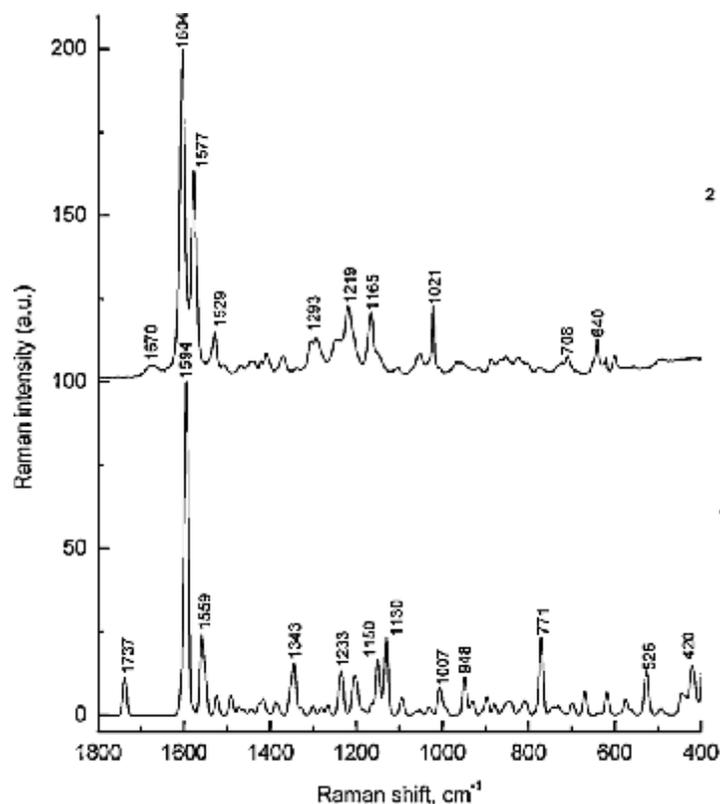


Рис. 4. Теоретический (b) и экспериментальный (a) КР-спектры G_1 (иллюстрация авторов)

Наблюдается удовлетворительное согласие между теорией и экспериментом. Отнесение полос было выполнено путем расчета распределения потенциальной энергии. Полоса валентных колебаний связей NH свободной амидной группы наблюдается при

3405 см^{-1} . Величина максимума полосы поглощения NH-групп в ИК-спектре G_1 3393 см^{-1} показывает, что эти группы участвуют в образовании межмолекулярной водородной связи с карбонильным кислородом амидной группы. Известно, что когда образуется N-связь, эта полоса смещается к низким частотам. Теоретическое значение частоты $\nu(\text{NH})$ 3432 см^{-1} , рассчитанное для свободной молекулы, гораздо больше, чем экспериментальная величина. Полоса валентных колебаний карбонильной группы 1675 см^{-1} в ИК-спектре G_1 также ниже теоретического значения.

Четыре валентных колебания связей СН можно ожидать в ИК-спектре для паразамещенных производных бензола. Полосы 3054, 3041 и 2999 см^{-1} , связанные с СН растяжением ароматических групп, наблюдаются в этом районе ИК-спектра G_1 . В спектре КР G_1 наблюдаются линии 3067 и 3003 см^{-1} , принадлежащие к этому типу колебаний. Полосы 2933 и 2867 см^{-1} в ИК-спектре G_1 могут быть отнесены как антисимметричные и симметричные валентные колебания метильных групп. Пики 2930 и 2867 см^{-1} обгужены в спектре КР G_1 .

Полосы 1605 и 1504 см^{-1} в ИК-спектре G_1 относятся к растяжению и деформации бензольного кольца. Полосы 1604 и 1505 см^{-1} обнаружены в этом районе спектра КР G_1 . Линия 1577 см^{-1} со средней интенсивностью в спектре комбинационного рассеяния света G_1 и слабое плечо 1580 см^{-1} вызваны растяжением связей $\text{C}=\text{N}$ гидразонового фрагмента, смешанным с валентными колебаниями ароматического кольца.

Довольно слабые полосы 1462, 1442 см^{-1} в инфракрасном спектре G_1 связаны с СН растяжением и деформационными ССН-колебаниями. Соответствующая полоса 1468 см^{-1} видна в спектре комбинационного рассеяния света G_1 . Полосы 1440, 1420, 1409 см^{-1} в спектре комбинационного рассеяния света G_1 вызваны НСН и ОСН деформационными колебаниями. Поглощение 1401 см^{-1} в инфракрасном спектре G_1 обусловлено растяжением связей СС- и ССН-деформациями. Пик 1369 см^{-1} в спектре комбинационного рассеяния света G_1 вызван НСН- и ССН-деформациями. Линия 1366 см^{-1} зафиксирована в инфракрасном спектре G_1 .

Группа интенсивных полос в ИК-спектре G_1 1162, 1179, 1193 см^{-1} вызвана валентными колебаниями связей С–О, Р–N и С–С. Спектр комбинационного рассеяния света G_1 в этом районе показывает линию 1165 см^{-1} . Поглощение 1105 см^{-1} в инфракрасном спектре G_1 обусловлено растяжением связей РN.

Интенсивные пики 944, 928 и 889 см^{-1} в инфракрасном спектре G_1 возникают благодаря растяжению связей РО, РN и NN. Поглощение 837 см^{-1} в инфракрасном спектре G_1 атрибутировано как СС-растяжение. Линия 639 см^{-1} в инфракрасных спектрах и спектрах комбинационного рассеяния света G_1 включает вклады от ССС-, ССН- и ОСС-деформаций.

Поглощение 1268 см^{-1} в инфракрасном спектре дендримера относится к растяжению связей РN ядра. Пики 3393 и 1675 см^{-1} вызваны валентными NH и $\text{C}=\text{O}$ колебаниями концевых групп. Пиразиновые фрагменты вызывают полосу 1530 см^{-1} в ИК- и КР-спектрах дендримера. Валентные колебания $\text{C}=\text{N}$ связей повторяющихся звеньев ответственны за появление линии 1577 см^{-1} в спектре комбинационного рассеяния света.

Заключение

Записаны инфракрасные спектры и спектры комбинационного рассеяния света фосфорсодержащего дендримера. Расчет геометрических параметров и частот колебаний был выполнен используя метод функционала плотности. Удовлетворительное согласие наблюдается между теоретическими и экспериментальными спектрами.

Анализ показывает, что молекула G_1 имеет асимметричную форму. Из нашего исследования следует, что циклотрифосфазеновое кольцо слегка неплоское. Шесть повторяющихся звеньев организованы симметрично относительно циклотрифосфазенового кольца, каждая сторона кольца содержит три повторяющихся звена. Пиразиновые группы расположены циклично относительно циклофосфазенового скелета. Оказалось, что дендример представляет собой двойную чашу с почти плоскими повторяющимися звеньями, которые представляют собой выпуклую поверхность и ядро является дном чаши.

Колебательная спектроскопия в комбинации квантово-химическими расчетами делает возможным получение достаточно подробного описания структуры биологически важных материалов.

Список библиографических ссылок

1. Caminade A. M., Majoral J. P. Engineering CNDP's of dendrimers containing phosphorous interior compositions to produce new emerging properties // *J. Nanopart. Res.* 2018. V. 20. P. 1–25.
2. Rolland O., Turrin C. O., Caminade A. M., Majoral J. P. Dendrimers and nanomedicine: multivalency in action // *New J. Chem.* 2009. V. 33. P. 1809–1824.
3. Caminade A. M., Ouali A., Keller M., Majoral J. P. Organocatalysis with dendrimers // *Chem. Soc. Rev.* 2012. V. 41. P. 4113–4125.
4. Caminade A. M., Ouali A., Laurent R., Turrin C. O., Majoral J. P. The dendritic effect illustrated with phosphorus dendrimers // *Chem. Soc. Rev.* 2015. V. 44. P. 3890–3899.
5. Caminade A. M., Majoral J. P. Dendrimers and nanotubes: a fruitful association // *Chem. Soc. Rev.* 2010. V. 39. P. 2034–2047.
6. Caminade A. M., Majoral J. P. Positively charged phosphorus dendrimers. An overview of their properties // *New J. Chem.* 2013. V. 37. P. 3358–3373.
7. Сагадеев Е. В., Строганов В. Ф. Биоповреждение строительных материалов // *Строительные материалы.* 2015. № 5. С. 5–9.
8. Caminade A. M., Hameau A., Majoral J. P. The specific functionalization of cyclotriphosphazene for the synthesis of smart dendrimers // *Dalton Trans.* 2016. V. 45. P. 1810–1822.
9. Caminade A. M., Quali A., Laurent R., Turrin C. O., Majoral J. P. Coordination chemistry with phosphorus dendrimers. Applications as catalysts, for materials, and in biology // *Coord. Chem. Rev.* 2016. V. 308. P. 478–497.
10. Chandrasekhar V., Azhakar. A tubular architecture in a phosphorus based trihydrazide // *Cryst. Eng. Com.* 2005. V. 7. P. 346–349.

Furer Victor Lvovich

doctor of chemical sciences, professor

E-mail: furer@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Kovalenko Valery Ignatievich

doctor of chemical sciences, professor

E-mail: koval@iopc.ru

A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, RAS

The organization address: 420088, Russia, Kazan, Arbuzov st., 8

Study of the vibrational spectra of dendrimer with terminal pyrazine groups

Abstract

Problem statement. The aim of the work was to establish the structure of the G_1 dendrimer by experimental study of the IR- and Raman-spectra and quantum chemical calculations. Our task was to analyze the dynamics of molecular associates formed by hydrogen bonds and to identify the characteristics of the constituent parts of the dendrimer: the core, the repeating units and the terminal groups by quantum chemical calculations.

Results. The IR- and Raman-spectra of the first generation G_1 dendrimer with terminal pyrazine groups were measured. The optimization of the structure and the study of vibrations are implemented for the G_1 by quantum-chemical method. The calculated geometric parameters of the molecule are consistent with experiment. The concepts developed are important for establishing the relationship between the structure and dynamic properties of dendrimers.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry consists in the fact that new nanomaterials have been obtained and investigated, which can be used to create paints and varnishes, electrically conductive nano-dyes, thermal insulation materials, and nano-concrete. The 1577 cm⁻¹ line in the spectrum of Raman scattering caused by the stretching vibrations of C = N bonds is characteristic of repeating groups of the dendrimer. Amide groups show bands of 3393, 1675 cm⁻¹ in the IR-spectrum. The classification of dendrimer oscillations has been performed.

Keywords: phosphorus-containing dendrimers, IR-spectra, Raman-spectra, density functional theory.

References

1. Caminade A. M. Phosphorus dendrimers for nanomedicine // *Chem. Commun.* 2017. V. 53. P. 9830–9838.
2. Rolland O., Turrin C. O., Caminade A. M., Majoral J. P. Dendrimers and nanomedicine: multivalency in action // *New J. Chem.* 2009. V. 33. P. 1809–1824.
3. Caminade A. M., Ouali A., Keller M., Majoral J. P. Organocatalysis with dendrimers // *Chem. Soc. Rev.* 2012. V. 41. P. 4113–4125.
4. Caminade A. M., Ouali A., Laurent R., Turrin C. O., Majoral J. P. The dendritic effect illustrated with phosphorus dendrimers // *Chem. Soc. Rev.* 2015. V. 44. P. 3890–3899.
5. Caminade A. M., Majoral J. P. Dendrimers and nanotubes: a fruitful association // *Chem. Soc. Rev.* 2010. V. 39. P. 2034–2047.
6. Caminade A. M., Majoral J. P. Positively charged phosphorus dendrimers. An overview of their properties // *New J. Chem.* 2013. V. 37. P. 3358–3373.
7. Sagadeev E. V., Stroganov V. F. Bioproofness of construction materials // *Stroitel'nyye materialy.* 2015. № 5. P. 5–9.
8. Colombo-Khater D., He Z., Caminade A. M., Dahan F., Kraemer R., Majoral J. P. Synthesis of di- or trisubstituted phosphonic and phosphonothioic di- or trihydrazides // *Synthesis.* 1993. V. 1993. P. 1145–1155.
9. Launay N., Galliot C., Caminade A. M. Synthesis of small phosphorus dendrimers from (S)P[N(Me)-NH₂]₃ // *Bull. Soc. Chim. Fr.* 1995. V. 132. P. 1149–1155.
10. Chandrasekhar V., Azhakar. A tubular architecture in a phosphorus based trihydrazide // *Cryst. Eng. Com.* 2005. V. 7. P. 346–349.



УДК 69.009

Коклюгина Людмила Алексеевна

кандидат технических наук, доцент

E-mail: the-lusy@mail.ru

Коклюгин Алексей Викторович

старший преподаватель

Гимранов Линур Рафаэльевич

кандидат технических наук, доцент

E-mail: leenur@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Никифоров Григорий Анатольевич

кандидат физико-математических наук, научный сотрудник

E-mail: ganikiforov@mail.ru

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31

Современные технологии возведения многоэтажных деревянных домов

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявить возможность строительства многоэтажных жилых домов с применением современных деревянных конструкций, как высокотехнологичных строительных материалов, с учетом внесения изменений в действующее законодательство.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в использовании современных приемов и методов возведения многоэтажных жилых домов с применением инновационных конструктивных решений. Отмечено, что дома из деревянных конструкций благоприятно влияют на состояние здоровья людей, живущих в экологически чистых домах. Проанализированы причины небольшого процента использования дерева в массовом строительстве в стране, являющейся одним из лидеров по запасам леса. Рассмотрены элементы организационно-технологических мероприятий при производстве работ с использованием деревянных конструкций.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в возможности реализации на производстве и поиске направления исследований по разработке отечественных технологических процессов, совершенствованию законодательной базы, возможности финансирования и осуществления инвестиционных строительных проектов многоэтажных деревянных домов.

Ключевые слова: многоэтажные деревянные дома, высокотехнологичные строительные материалы, законодательная база.

Введение

Известно, что каждому периоду времени соответствует определенный уровень развития архитектурных, конструктивных форм и технологий их возведения, заключающийся как в количественном выражении их вариантов, так и в качественном наборе их показателей. Возникает вопрос – каковы причины, побуждающие процесс их развития? Основной движущей силой является неудовлетворенность в качественных показателях существующих архитектурных, конструктивных форм на период реализации планируемого проекта. Данные причины можно отнести к внешним факторам развития.

Однако можно отметить также и возможность улучшения конструктивных решений за счет внутренней потребности в их развитии, как постоянном стремлении к повышению их совершенства.

Внешние и внутренние факторы развития, иначе источники развития или противоречия, можно разделить в целом на три группы:

- противоречия между потребностями и возможностями производства, которые определяют точки приложения и интенсивность движущих сил развития;

- противоречия между потребностями производства и существующей техникой, т.е. потребность в выпуске конструкций стимулирует развитие технологии их изготовления;
- противоречия между потребностью повышения совершенства конструкций и их структурно-функциональными возможностями, разрешение которых идет по пути применения новых схем, материалов, способов соединения и т.п. [1-3].

Опыт строительства многоэтажных деревянных домов за рубежом

В свое время строились экономичные пятиэтажные жилые дома с упрощенными объемно-планировочными решениями, с максимальным использованием сборных конструкций, поставляемых домостроительными комбинатами. Сейчас повсеместно возводятся монолитные дома.

Однако в настоящее время все большую популярность в развитых странах Запада приобретает использование деревянных конструкций для строительства жилых многоэтажных домов. Это связано с неблагоприятной экологической обстановкой, особенно в крупных городах и промышленных центрах.

Интенсивное использование строительных деревянных конструкций в многоэтажном строительстве возможно только в случае, когда будут обеспечены, с одной стороны, потребности производства, а с другой – преимущества дерева, как конструкционного материала. При этом развитие современных деревянных конструкций, как высокотехнологичных строительных материалов, следует понимать как процесс перехода на новый более качественный уровень.

В настоящее время деревянные дома строятся как в городах, так и в сельской местности. Сейчас активно воплощаются в жизнь идеи строительства высотных домов из древесины, в основном, в странах Евросоюза, Канаде, Великобритании, т.е. в странах, обладающих природными ресурсами, мощностями и передовыми технологиями

В Европейском Союзе (ЕС) реализуется программа «Деревянная Европа», целью которой является повышение доли жилой недвижимости до 80 % с применением инновационных конструкций из дерева. Этот проект финансируют государства ЕС. Уже сейчас доля деревянных домов достигает в Финляндии 40 %, в Австрии – 30 %, в Германии – 20 %. Кроме того разрабатываются современные технологии строительства высотных деревянных домов (табл.).

Таблица

Строительство домов с применением деревянных конструкций за рубежом

Город	Название объектов	Год возведения	Высота здания	Кол-во этажей	Кол-во квартир	Стоимость, млн. евро
Лондон	STADHAUS	2009	29,75 м	9	29	-
Лондон	BRIDPORT	2011	15,24 м	5-8	41	8,0
Мельбурн	FORTE	2012	32,17 м	10	23	8,3
Милан	VIA CENNI	2013	27,95 м	9	124	17,0
Берген	TREET	2015	49,00 м	14	62	27,5

Проведем обзор объектов, построенных в последнее время с использованием деревянных клееных конструкций. Наиболее часто встречаются такие объекты на севере Западной Европы.

Одним из первых строений такого типа был 9-этажный жилой дом в Лондоне Stadthaus (Великобритания). Строительство осуществлялось в течение 27 дней без отклонений от проектной документации. Дом полностью построен из деревянных конструкций, включая лестницы и лифтовые шахты, с применением CLT-панелей и LVL-бруса.

В городе Берген (Норвегия) введено в эксплуатацию здание 14-ти этажного жилого дома «Treet». Здание отличает тот факт, что все несущие и ограждающие конструкции, согласно проекту, выполнены из клееных деревянных конструкций – вертикальные фермы, колонны (сечение 495×495 мм и 405×650 мм, раскосы – 406×405 мм), лестничные марши и площадки, лифтовые шахты, стены и перекрытия. Использовались LVL-брус и CLT-панели. Следует обратить внимание на огнестойкость этих конструкций. Период огнестойкости основной несущей системы (фермы) составляет 90 мин., а вторичной (CLT-панелей) – 60 мин.

В городе Милан (Италия) построено 9-этажное здание ViaCenni. Основой конструктивного решения является различная толщина стен от 200 мм на первом этаже до 120 на девятом; соответственно толщина перекрытия варьируется от 200 мм до 250 мм в зависимости от длины пролета. Используя подобные технологические решения, построен 18-ти этажный жилой дом в Ванкувере.

Инновационные разработки композитных балок HESS TIMBER позволяют использовать LVL-брус большого сечения, имеющего технологические отверстия для пропуска различных инженерных систем (отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, автоматизированные системы обеспечения безопасности). При этом контур отверстия в LVL-брусе не нуждается в усилении.

Во всем мире разрабатываются проекты строительства высотных домов из дерева. Самое высокое здание в 10 этажей (Forte Building) построено в Австралии. Это стало возможным благодаря появлению новых эффективных материалов на основе древесины. Основными конструктивами являются СТЛ-панели (Cross Laminated Timber), которые представляют из себя панели, изготовленные путем перекрестного склеивания дощатых щитов толщиной от 60 до 400 мм. Характеристики: легкость, прочность, пожаробезопасность, тепло- и звукоизоляция. LVL-брус – конструкционная балка из шпона, являющаяся композитным материалом, не подвержена деформации, устойчива к химической агрессии. Размер балок из LVL-бруса достигает 36 м [4-6, 9-11].

Строительство деревянных домов в России

Примеры многоэтажного деревянного домостроения существуют и в России, но все они относятся к разряду «экспериментальных». Для того, чтобы не было противоречия существующим технологическим нормам, использовалась схема комбинирования конструкций из дерева, металла и железобетона.

Россия владеет огромными запасами леса, но строительство домов из древесины было ограничено строгим регламентом – не выше трех этажей и не более 500 м². Попытки решения проблемы предпринимались Ассоциацией Деревянного Домостроения. Были реализованы проекты строительства пятиэтажных жилых домов, выполненных домостроительным комбинатом (ДСК) «Славянский» в 2014 году, который прошел многочисленные согласования проектов, провел испытания материалов и получил разрешение на строительство. После окончания строительства, ДСК «Славянский» прекратил свое существование, т.к. работать в сложившихся условиях стало невозможно по экономическим причинам.

При отсутствии законодательной базы многоэтажное деревянное строительство в России экономически нецелесообразно, т.к. не существует стандартных решений согласования проектной документации, прохождения экспертизы и получения разрешения на строительство. Но следует заметить, что на сегодня уже разработано огромное количество проектов, которые ждут своего часа.

Все эти вопросы решаются в индивидуальном порядке и требуют нестандартных путей согласования, что существенно увеличивает сроки осуществления инвестиционного строительного проекта. При этом в результатах проекта заинтересованы все участники: производители, проектные организации, подрядчики, инвесторы, эксплуатирующие организации и муниципальные власти.

Справедливости ради следует отметить, что правительство Российской Федерации рассматривает предложения по стимулированию деревянного домостроения, в частности возможности предоставления субсидий из федерального бюджета (подготовка проекта постановления № 259 с изменениями).

Преимущества деревянного домостроения

Дерево – возобновляемый природный ресурс. При производстве деревянных конструкций может использоваться низкосортная древесина и отходы производства. Обработка и монтаж конструкций значительно дешевле аналогов.

Технические характеристики деревянных конструкций выгодно отличаются от бетона и кирпича, широко используемых в настоящее время. Деревянные конструкции гибко

реагируют на сезонные и климатические изменения температуры и влажности воздуха. Древесина не только пропускает воздух, но и выполняет функции естественного фильтра.

Показатели теплопроводности дерева значительно отличаются от кирпича в лучшую сторону, что позволяет при проектировании наружных стен существенно уменьшить их толщину и массу конструкций, обеспечивая меньшие нагрузки на фундамент.

Здания из деревянных конструкций могут возводиться в сейсмически активных районах и в районах с просадочными грунтами. Деревянные конструкции сохраняют устойчивость к воздействию огня и температуры в течение 45 минут (металл – 15 мин.) в незащищенном состоянии. При обработке антипиренами горючесть сводится к минимуму. Энергосберегающие показатели: дома из СЛТ-панелей и LVL-бруса потребляют 65 кВт на 1 м² в год в отличие от монолитного железобетона (190 кВт).

Рассматривая систематику критериев развития конструкций, таких как: функциональные критерии (надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, точность, прочность); технологические критерии (трудоемкость изготовления, членение технического объекта на элементы); экономические критерии (затраты материалов, энергии, габаритные размеры); антропологические (социальные) критерии (эргономичность, красота, безопасность, экологичность), – можно сделать вывод, что, при всей противоречивости данных критериев, современные деревянные конструкции занимают достойное место.

Показатели, характеризующие многоэтажные деревянные здания из клееной древесины

Прочность

LVL-брус и СЛТ-панели значительно превосходят по прочности традиционные строительные материалы, что засвидетельствовано в различных научных исследованиях. Проверка испытания на сейсмические нагрузки также показала отличные результаты. Поэтому использование этих материалов в многоэтажном строительстве лишь вопрос времени, которое потребуется на согласование и утверждение нормативных документов.

Огнестойкость

Показатель горючести и степень огнестойкости являются совершенно разнотипными характеристиками. При воздействии высокой температуры сталь «отжигается», т.е. переходит из упруго-пластической в пластическую, и конструкции из стали теряют несущую способность. Потеря несущей способности обычно происходит при 500 °С, но при этом очень сложно, практически невозможно, определить место, где произойдет обрушение.

Проведенные исследования деревянных конструкций, подвергаемых воздействию высокой температуры, показывают, что они при температуре 500 °С воспламеняются, но скорость горения составляет 0,5 мм/мин, таким образом, потеря несущей способности происходит постепенно и зависит только от геометрических размеров в отличие от металлических конструкций. К тому же характеристики этого процесса можно заранее рассчитать и предвидеть поведение деревянных конструкций во время пожара, т.е. возможно рассчитать различные варианты возникновения пожара и его ликвидации (предсказуемость поведения конструктивных элементов).

Все эти факторы позволяют запроектировать как пассивные технологии защиты от воздействия огня и температуры (антипиренты), так и активные технологии (спринклерные системы)

Экологичность

Древесина – экологический ресурс, который быстро возобновляется и медленно расходуется. Уничтожение древесины происходит только при горении, гниении или разложении. При этом выделяется углекислый газ, который поглощается самими же деревьями. По сравнению с железобетоном, металлом, кирпичом (самые энергозатратные материалы) древесина даже в конце технологической цепочки эксплуатации (дрова, щепа, компост) не оказывает пагубного влияния на окружающую среду.

Учитывая особенности многовекового опыта строительства из древесины человечеством, можно сделать следующие выводы:

- деревянные дома комфортны для проживания;

- достаточные качества несущих и ограждающих конструкций;
- возможность комбинирования конструкций из древесины для достижения требуемых параметров с помощью современных технологий;
- простота в обработке и возможность простых технологических решений стыков и крепления;
- наличие современных антипиреновых и биозащитных составов значительно упрощает эксплуатацию деревянных зданий;
- развитие международного экологического туризма приводит к большому спросу по осуществлению инвестиционных проектов строительства. В некоторых случаях возможно строить в экологически чистых зонах (заказниках, национальных парках) [7, 8].

Организация стройплощадки

При всех достоинствах дерева следует учитывать, что организация строительной площадки для деревянного домостроения имеет свои особенности и требует детальной проработки. Необходимо подготовить открытые и закрытые склады для разгрузки и хранения комплектующих, исключая замачивание. Хранение деревянных строительных материалов требует более внимательного отношения по сравнению с бетоном и кирпичом. Однако при монтаже конструкций не требуется мощных грузоподъемных механизмов. Основным достоинством дерева при возведении дома является простота монтажа, крепления, небольшой вес конструкций (рис.).

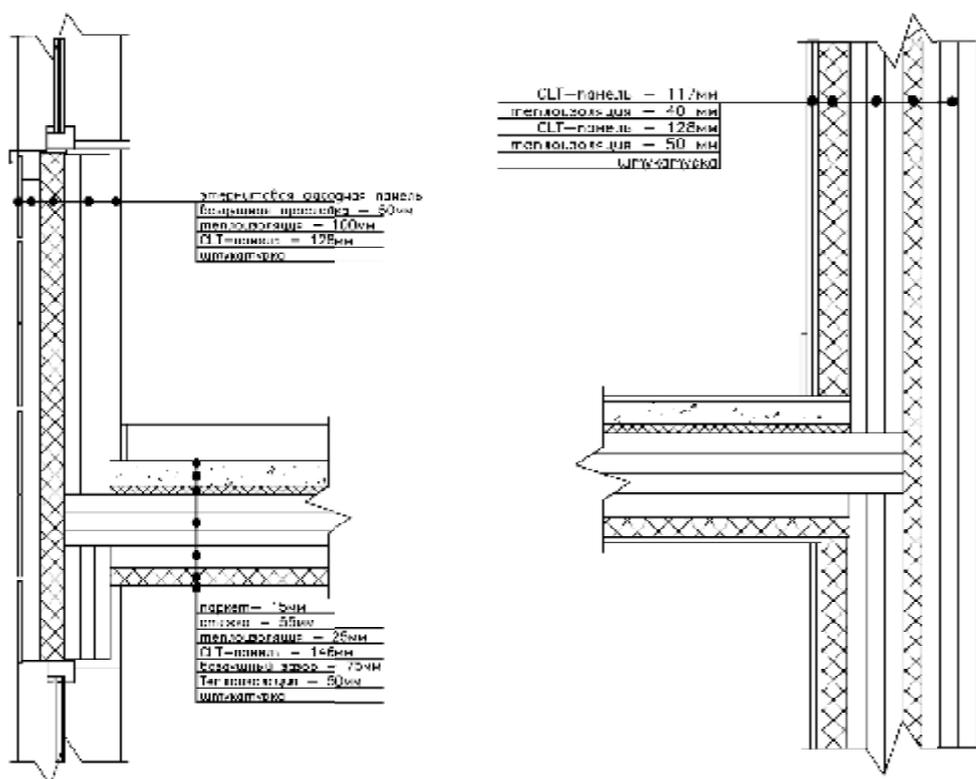


Рис. Типовое решение внутренних и наружных несущих стен многоэтажных зданий из древесины (иллюстрация авторов)

Одной из особенностей монтажа деревянных конструкций является удачное технологическое решение установки крепежных элементов, позволяющих получить высокую точность (2 мм) по сравнению с монтажом ж/б конструкций (10 мм). Учитывая небольшой вес конструкций и простоту монтажных операций, не требующих специальных механизмов и оборудования, нужно отметить достижение высокой производительности труда и обеспечение безопасности производства работ.

Следует также помнить, что антипиреновая защита наносится на заводе-изготовителе, а, значит, конструкции требуют особой осторожности при хранении и производстве работ.

Причины, ограничивающие развитие высотного деревянного домостроения

Причинами, ограничивающими развитие высотного деревянного домостроения в России, являются:

- несовершенство законодательства;
- отсутствие технического регламента для деревянного домостроения выше 3-х этажей;
- элементарная нехватка кадров проектировщиков и строителей;
- отсутствие специальных сортов на деревянные конструкции, в связи с чем проектировщики должны производить индивидуальные расчеты для каждого элемента;
- существующие в России предприятия по выпуску СТЛ-панелей и LVL-бруса до 90 % продукции поставляют в страны ЕС и даже в Австралию в связи с низким спросом в РФ;
- низкая заинтересованность возможных заказчиков, отсутствие должной рекламы.

Существующие отдельные примеры удачного завершения проектов деревянного домостроения лишь подчеркивают актуальность проблемы. Сложившаяся сейчас практика строительства монолитного железобетонного жилья давно решила все вопросы, возникающие при введении новых технологий. К тому же для строительства из монолитного железобетона требуется гораздо меньше земельных участков для многоэтажек. Появившиеся успешные примеры строительства многоэтажных деревянных домов в России и странах ЕС неизменно свидетельствуют о резком повышении интереса потенциальных потребителей.

Заключение

Существующие в настоящее время проблемы, ограничивающие развитие многоэтажного деревянного домостроения в России, не являются критическими. Поэтапное решение задач, поставленных в майских указах президента России, таких как: улучшение жилищных условий 5 млн семей ежегодно, обеспечение семьи со средним уровнем достатка доступным жильем, увеличение объема жилищного строительства до 120 млн м²/год, несомненно приведет к широкому распространению инновационных методов деревянного многоэтажного домостроения, особенно в регионах, богатых лесом.

Устранение пробелов в законодательной базе даст мощный толчок к разработке новых решений деревянных конструкций, увеличит шансы переналадке отечественного производства.

Список библиографических ссылок

1. Кузнецов И. Л., Коклюгина Л. А. Проблема выбора оптимального конструктивного решения : мат. международной научно-технической конференции. Волгоград, 1998. С. 59–61.
2. Имайкин Д. Г., Ибрагимов Р. А. Исследование факторов, влияющих на срок службы тентовых строительных материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 14. С. 120–123.
3. Мельников Н. П. Металлические конструкции. Современное состояние и перспективы развития. М. : Стройиздат, 1983. 542 с.
4. Khumpaisal S., Chen Z. Risk assessment in real estate development: an application of analytic network process // Journal of Architectural/Planning Research and Studies. 2010. № 7 (1). P. 103–116.
5. Murray S. L., Grantham K. Development of a Generic Risk Matrix to Manage Project Risks // Journal of Industrial and Systems Engineering. 2011. № 5 (1). P. 35–51.
6. Сормунен П. Энергоэффективность зданий. Ситуация в Финляндии // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 1. С. 7–8.
7. Повышение эффективности строительного производства в монолитном домостроении на основе оценки организационно-технологических решений //

- www.DisserCat.com : Научная библиотека диссертаций и авторефератов. 2004. URL: <http://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-stroitel'nogo-proizvodstva-v-monolitnom-domostroenii-na-osnove-otsen#ixzz5VLE2ST1O> (дата обращения: 06.10.2018).
8. Перспективы развития многоэтажного деревянного домостроения в России // <https://scienceforum.ru> : Студенческий научный форум. 2018 URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018006156> (дата обращения: 10.10.2018).
 9. Malo K. A., Abrahamsen R. B., Bjertnæs M. A. Europe Journal of Wood and Wood Production. 2016. Vol. 74. Iss. 3. P. 407–424.
 10. Chapman John, Reynolds Thomas, Harris Richard. A 30 Level Cross Laminated Timber Building System And Analysis Of The Eurocode Dynamic Wind Loads // World Conference on Timber Engineering 15-19 July 2012, Auckland New Zealand. P. 49–57.
 11. Van J. W. G., DeKuilen, Ceccottib A., Zhouyan Xia, Minjuan He. Very Tall Wooden Buildings with Cross Laminated Timber // Procedia Engineering. 2011. Vol. 14. P. 1621–1628.

Koklyugina Lyudmila Alekseyevna

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: the-lusy@mail.ru

Koklyugin Aleksey Viktorovich

associate professor

Gimranov Linur Rafael'yevich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: leenur@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Nikiforov Grigoriy Anatol'yevich

candidate of physical and mathematical sciences

E-mail: ganikiforov@mail.ru

Institute of Mechanics and Engineering, Kazan Science Center, RAS

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Lobachevsky st., 2/31

Modern technology of construction of multi-storey wooden houses

Abstract

Problem statement. The aim of the study is to identify the possibility of construction of multi-storey residential buildings with the use of modern wooden structures as high-tech building materials, taking into account possible introduction of changes in the current legislation

Results. The main results of a research consist of modern receptions and methods of multistoried construction houses with use of innovative constructive solutions. It is noted that the houses made of wooden structures have a positive impact on the health of people living in environmentally friendly homes. The reasons for a small percentage of the use of wood in mass construction in the country, which is one of the leaders in forest reserves, are analyzed. The elements of organizational and technological measures in the production of works using wooden structures.

Conclusions. The significance of the results for the construction industry is the possibility of implementation in the production and search for the direction of research on the development of domestic technological processes, improvement of the legislative framework, the possibility of financing and implementation of investment construction projects of multi-storey wooden houses.

Keywords: multi-storey wooden houses, high-tech building materials, legislative framework.

References

1. Kuznetsov I. L., Kokliugina L. A. The Problem of choosing the optimal constructive solution : mat. of international scientific and technical conference. Volgograd, 1998. P. 59–61.

2. Imaikin D. G., Ibragimov R. A. Study of factors influencing the service life of the awning of building materials // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2015. Vol. 18. № 14. P. 120–123.
3. Melnikov N. P. Metal structures. Current state and development prospects. M. : Stroyizdat, 1983. 542 p.
4. Khumpaisal S., Chen Z. Risk assessment in real estate development: an application of analytic network process // Journal of Architectural/Planning Research and Studies. 2010. № 7 (1). P. 103–116.
5. Murray S. L., Grantham K. Development of a Generic Risk Matrix to Manage Project Risks // Journal of Industrial and Systems Engineering. 2011. № 5 (1). P. 35–51.
6. Sormunen P. Energy efficiency of buildings. The situation in Finland // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. 2010. № 1. P. 7–8.
7. Improving the efficiency of construction production in monolithic housing construction based on the assessment of organizational and technological solutions // www.DisserCat.com : Scientific library of dissertations and abstracts. 2004. URL: <http://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-stroitel'nogo-proizvodstva-v-monolitnom-domostroenii-na-osnove-otsen#ixzz5VLE2ST1O> (reference date: 06.10.2018).
8. Prospects of development of multi-storey wooden house building in Russia // <https://scienceforum.ru>: Student Scientific Forum. 2018 URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018006156> (reference date: 10.10.2018).
9. Malo K. A., Abrahamsen R. B., Bjertnæs M. A. Europe Journal of Wood and Wood Production. 2016. Vol. 74. Iss. 3. P. 407–424.
10. Chapman John, Reynolds Thomas, Harris Richard. A 30 Level Cross Laminated Timber Building System And Analysis Of The Eurocode Dynamic Wind Loads // World Conference on Timber Engineering 15-19 July 2012, Auckland New Zeland. P. 49–57.
11. Van J. W. G., DeKuilen, Ceccottib A., Zhouyan Xia, Minjuan He. Very Tall Wooden Buildings with Cross Laminated Timber // Procedia Engineering. 2011. Vol. 14. P. 1621–1628.

УДК 614.8.084:699.887

Хузиахметов Рустам Абдулганеевич

кандидат технических наук, доцент

E-mail: hroustam@mail.ru

Кашина Светлана Георгиевна

кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: kashina@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Хузиахметова Карина Рустамовна

инженер

E-mail: karina261996@mail.ru

ООО «ИтильСтройСервис»

Адрес организации: 420049, Россия, г. Казань, ул. Нурсултана Назарбаева, д. 10

Исследование обстоятельств падения железобетонной стеновой панели при демонтаже панельного жилого дома

Аннотация

Постановка задачи. Целью исследования является установление обстоятельств падения стеновой панели, при ведении демонтажа конструкций панельного дома, и определение причин, связанных с нарушением законодательных и нормативных требований безопасного производства работ при разборке здания с использованием грузоподъемного автомобильного крана.

Результаты. Проанализированы требования законодательной и нормативно-технической документации в строительстве применительно к выявлению причин падения стеновой панели при разборке панельного дома. Рассмотрены причины нарушения требований безопасности технического и организационного характера, которые привели к опрокидыванию стеновой панели и гибели человека.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли заключается в осознании необходимости повышения уровня безопасности при выполнении работ на строительных объектах, и, в частности, при демонтаже несущих и ограждающих конструкций при сносе здания. Современная нормативная база строительства развивается во вновь принятых подзаконных актах межотраслевой общероссийской направленности на основе принятых и действующих в России федеральных законов. Также остро проявляется необходимость подготовки руководящих, инженерных и рабочих кадров, способных принимать грамотные и компетентные решения по безопасной организации и выполнению работ.

Ключевые слова: несчастный случай, ограждение строительной площадки, демонтаж строительных конструкций, падение и опрокидывание стеновой панели.

Введение

В Республике Татарстан, как в крупных городах, так и в районах, выполняются работы по капитальному ремонту жилого фонда, ликвидация ветхого жилья, реконструкции зданий и сооружений.

В соответствии с Федеральным законом № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 г. на всех этапах жизненного цикла здания, следует обеспечивать безопасность на объекте при инженерно-геологических изысканиях, при проектировании, при строительстве, а также производить надзор в период строительства, эксплуатации до капитального ремонта и сноса (демонтажа) сооружения.

Для современного строительства характерен недостаток квалифицированных рабочих кадров, линейных руководителей на строительных площадках (мастеров, прорабов), о чем авторы ранее уже упоминали в своих работах.

Данная статья подготовлена по результатам исследования обстоятельств падения стеновой панели при демонтаже панельного жилого дома, вследствие чего произошел

несчастный случай со смертельным исходом. Изучение условий происшествия позволило установить технические и организационные причины этого несчастного случая.

Краткое описание происшествия и исходные данные

Из предоставленных для исследования материалов было установлено, что 19 сентября 2017 года в одном из районных центров Республики Татарстан проводились работы по демонтажу конструкций многоквартирного двухэтажного жилого дома. Во время пробного подъема железобетонной плиты грузоподъемным краном перекрытия первого этажа (опертой по периметру на вертикальные становые панели и застропованной за две петли по продольной стороне) произошло падение (опрокидывание наружу) вертикальной стеновой железобетонной панели, на которую своей продольной боковой стороной опиралась приподнимаемая плита перекрытия. При падении (опрокидывании) железобетонной стеновой панели во внешнюю сторону под нее попал посторонний человек, который в результате этого погиб на месте. Некоторые иллюстрационные материалы (фотографии места происшествия) приведены на рис. 1-2. Эти и другие фотографии, сделанные в день происшествия, послужили основным наглядным источником для изучения места и обстоятельств аварии.



Рис. 1.

(из материалов расследования аварии на строительной площадке)



Рис. 2.

(из материалов расследования аварии на строительной площадке)

Проведенное исследование выполнялось с целью установления причин (технических, организационных и иных) нарушения требований безопасности в случае причинения вреда жизни или здоровью физического лица при сносе (демонтаже, разборке) строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объекта капитального строительства.

Все предоставленные фотоматериалы были проанализированы с целью установления возможной первоначальной технической причины происшествия и

установления поэтапной последовательности развития происшествия, завершившегося падением стеновой панели, в результате чего и произошел несчастный случай со смертельным исходом.

Федеральные законы и иные подзаконные акты

Для установления причин несчастного случая были рассмотрены требования действующих федеральных законов, подзаконных актов и других нормативно-технических документов, в перечень которых были включены следующие:

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 ноября 2006 года № 702 «Правила установления федеральными органами исполнительной власти причин нарушения законодательства о градостроительной деятельности».
3. Федеральный закон Российской Федерации от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
4. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
5. Федеральный закон Российской Федерации от 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
6. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
7. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.
8. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
9. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
10. СП 12-136-2002. Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ.
11. Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения (Приказ Ростехнадзора от 12.11.2013 г. № 533).
12. Правила по охране труда в строительстве (Приказ Минтруда Российской Федерации от 01.06.2015 г. № 336н).

Анализ требований законодательных и нормативно-технических документов

Согласно ч. 1 ст. 48 Градостроительного кодекса РФ (ГрК РФ) проектирование строительных объектов в целом и их частей, которые готовятся к строительству, реконструкции и т.д., осуществляется для застройщика или иного правообладателя.

ГрК РФ в ст. 5 определяет Российскую Федерацию, субъекты Российской Федерации, муниципальные образования, физические и юридические лица, как субъекты градостроительных отношений, и, исходя из ст. 2, формирует требования по обеспечению безопасности жизнедеятельности в области строительства на основе следующих принципов:

- ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления (ч. 6 ст. 2);
- необходимость соблюдения требований технических регламентов (ч. 7 ст. 2);
- необходимость соблюдения требований безопасности территорий, требований гражданской обороны, а также требований по обеспечению предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (ч. 8 ст. 2).

Действующие российские законы и нормы¹ требуют сопровождения каждого периода жизненного цикла объекта капитального строительства, когда последовательно должны быть проведены инженерные изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения.

¹В вышеназванном перечне они перечислены под номерами 6-10 и 12.

Работы, выполняемые в такой период жизненного цикла, как «снос здания и сооружения», относятся к специальным строительным работам, и их проведению должны предшествовать: обследование состояния здания, разработка технических решений безопасного выполнения демонтажных работ и разработка организационно-технических мероприятий по выполнению демонтажных работ и т.д.

Фактически все периоды жизненного цикла здания, например, строительство, эксплуатация и т.д., должны сопровождаться разработкой проектной документации. Это позволяет безопасно и эффективно выполнять строительные работы любого периода.

Следует добавить, что, до выполнения проектных работ всех объектов реконструкции и капитального ремонта, должно проводиться исследование возможности продления срока эксплуатации зданий и сооружений, построенных в достаточно далеком прошлом. Причем, состояние, например, жилых домов должно учитываться не по году строительства и сдачи в эксплуатацию, а по результатам технического обследования, выполненного специализированной организацией [1-4]. Результаты научно-практических обследований строительных объектов позволяют правильно оценить состояние несущих подземных и надземных конструкций и принять решение о сносе или реконструкции строительного объекта [5-11].

До выполнения работ по демонтажу многоквартирного дома тоже должна была быть разработана соответствующая проектная документация, базирующаяся на результатах исследования состояния здания в целом и его конструкций.

Главой 6 ГрК РФ определяется необходимость проектного сопровождения почти всех этапов жизненного цикла здания. В ст. 48 этой главы в ч. 12, а также в Положении² оговариваются 12 разделов проектных документов, из которых выделим к разработке раздел 7 «Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства», который не подлежит к обязательному выполнению в полном объеме, даже при финансировании строительства в полном или частичном объеме за счет средств соответствующего бюджета.

В соответствии с п. 7 Положения для объектов капитального строительства, финансируемых полностью или частично за счет средств соответствующих бюджетов, обязательными к разработке в полном объеме являются разделы 5, 6, 9 и 11.

В остальных случаях, в соответствии с тем же п. 7 Положения, заданием на проектирование определяется необходимость выполнения каждого из всех других разделов.

Частью 4 ст. 48 ГрК РФ определено, что договоры по разработке проектной документации имеют право выполнять юридические лица и индивидуальные предприниматели, являющиеся членами саморегулируемых организаций в области архитектурно-строительного проектирования. Заказчиками, заключающими такие договоры, могут быть застройщики, технические заказчики, ответственные за эксплуатацию здания, сооружения, региональные операторы.

Согласно ч. 5 ст. 48 ГрК РФ за полноту и качество разработанных проектов и за соответствие требованиям законодательства в области строительства отвечает лицо, осуществляющее подготовку проекта.

Работа по сносу дома производилась строительной организацией («застройщиком») как этап подготовительных работ на месте для нового строительства или благоустройства территории. Эта строительная организация должна была заключить договор на подготовку проектной документации на работы, предполагаемые к выполнению.

Несмотря на то, что в п. 7, касающегося раздела 7, Положения, не рассматривается обязательность его разработки в составе проектной документации, работы по сносу (демонтажу) жилого дома, в данном случае, очевидно, что это был отдельный этап предстоящего строительства или благоустройства территории на месте демонтируемого дома.

Поэтому в данном случае разработка проектной документации, в соответствии с приведенными в Положении требованиями к разделу 7, представляется обязательной в объеме, необходимом для производства работ на выполняемом этапе строительства, согласно п. 8 Положения.

²Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

Подпунктом 5.7.3 пункта 5.7 «Проектная подготовка организации строительства и организационно-технологическая документация» раздела 5 «Подготовка к строительству» СП 48.13330.2011³ оговаривается, что проект производства работ (ППР), и другие документы, в которых содержатся решения по организации строительного производства и технологии строительно-монтажных работ, утверждаются лицом, исполняющим строительство.

В контексте данного исследования очень важно, что пунктом 4.18 СНиП 12-03-2001⁴ уточняется, что организациям, разрабатывающим и утверждающим ПОС И ППР, вменяется необходимость предусмотреть мероприятия по безопасности труда, которые по составу и содержанию должны соответствовать требованиям, изложенным в его приложении Ж, в котором оговаривается состав и содержание основных проектных решений по безопасности труда в организационно-технологической документации при строительстве.

Здесь же уточняется, что осуществление работ без решений по безопасности труда в ПОС (проект организации строительства) и ППР, не допускается.

Для понимания причин произошедшего несчастного случая следует учесть требования пункта 3.4 СНиП 12-04-2002⁵, что производство работ следует вести в такой технологической последовательности, когда для подготовки и начала выполнения последующих работ, обязательным является полное завершение всех предшествующих работ.

В данном случае строительная организация-застройщик, являясь лицом, исполняющим строительство, имела право выполнять работу по сносу многоквартирного дома, поскольку, согласно документу «Свидетельство о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства», она была допущена к такому виду работ, как: «разборка (демонтаж) зданий и сооружений, стен, перекрытий, лестничных маршей и иных конструктивных, и связанных с ними, элементов или их частей» (п. 2 Подготовительные работы).

Из состава требований обеспечения безопасных условий работ при строительстве объекта, изложенных в пункте 3.4 раздела 3 «Общие положения» СП 12-136-2002⁶, применительно к данному несчастному случаю, авторы выделили выбор безопасных методов и приемов выполнения работы.

Невыполнение данного требования явилось одной из основных причин произошедшего несчастного случая.

Недоработки и нарушения требований безопасности, приведшие к несчастному случаю

Вместо полноценного проекта производства работ (ППР) и технологических карт (ТК) организацией-застройщиком был разработан документ – «Поэтапный план производства работ по объекту: демонтаж 2-х этажного многоквартирного дома...», который включал с себя отдельные содержательные информативные элементы и, в некоторой мере, требования ППР и ТК.

По содержательной части «Поэтапного плана...» в нем в большей мере отражены организационные стороны предстоящих демонтажных работ в доме, а из вопросов, определяющих безопасность работ, были представлены только фрагментарные организационные моменты, например, указание об ответственных лицах и запись о конкретных должностных ответственных лицах:

- от строительной организации-застройщика – генеральный директор;
- от организации-владельца автомобильного крана – крановщик и стропальщик,

чтобы очевидно обозначить необходимость их подписей об ознакомлении с этим документом.

Данный «Поэтапный план...» следовало также дополнить конкретными техническими мероприятиями по технике безопасности при производстве демонтажных

³ СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.

⁴ СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.

⁵ СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

⁶ СП 12-136-2002. Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ.

работ на жилом доме с привлечением к демонтажным работам грузоподъемного автомобильного крана.

Разработчику «Поэтапного плана...» следовало ориентироваться по его содержательной стороне на мероприятия, указанные в пункте 163 Правил⁷, что ППР и ТК должны иметь в своем составе раздел, связанный с организацией безопасного производства работ с применением ПС⁸. Этот раздел должен включать, например, следующие требования безопасности:

- условия перемещения с грузом, а также условия перемещения грузов над помещениями, где производятся строительные-монтажные и другие работы;
- выписку из паспорта подъемного средства о силе ветра, при которой не допускается его работа;
- условия организации радиосвязи между крановщиком и стропальщиком;
- требования к эксплуатации тары;
- мероприятия, подлежащие выполнению при наличии опасной зоны в местах возможного движения транспорта и пешеходов.

Все фотоматериалы, предоставленные для исследования, были тщательно изучены, как взаимно дополняющие материалы. Содержание их было проанализировано с целью установления возможной первоначальной технической причины происшествия и установления поэтапной последовательности развития происшествия, завершившегося падением стеновой панели, в результате чего и произошел несчастный случай со смертельным исходом.

На рис. 3 представлен наиболее информативный общий вид площадки, на которой производились работы по разборке здания (жилого дома) с использованием для демонтажа строительных конструкций автомобильного стрелового грана КС-55717.



Рис. 3.

(из материалов расследования аварии на строительной площадке)

Из рассмотрения данной фотографии (рис. 3), очевидно, следует:

- участок производства работ с использованием грузоподъемного крана является стесненным;
- складирование демонтированных строительных конструкций не организовано и хаотично и не соответствует требованиям норм;
- строительная площадка частично очищена и подготовлена только для установки грузоподъемного крана;
- имеется вероятность повреждения трубы газопровода, проходящего параллельно вдоль разбираемого здания, как при выполнении непосредственно демонтажных работ, так и при складировании демонтированных конструкций.

⁷Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения (Приказ Ростехнадзора от 12.11.2013 г. № 533).

⁸Подъемных сооружений, т.е. в данном случае грузоподъемного автомобильного крана.

Из рассмотрения других фотографий, не представленных в рамках данной статьи, следует, что проход вдоль между установленным автокраном и ранее складированными конструкциями не очищен, не имеет достаточную ширину, то есть – не организован. Это подтверждает, что условия на месте производства работ были стесненными не только по конструктивно-планировочной особенности территории, но и из-за неподготовленности и плохой организации работ. Территория на переднем нижнем плане фотографии, (рис. 1), завалена строительным мусором. На фотографии (рис. 4), видно, что внутренняя часть помещения на заднем плане тоже не очищена от строительного мусора. Обращает на себя внимание практическое отсутствие арматуры в опрокинувшейся и разрушившейся стеновой панели.



Рис. 4.

(из материалов расследования аварии на строительной площадке)

Упавшая стеновая панель при ударе (рис. 1, 4) раскололась на 3-4 крупные части и несколько мелких. Основной удар пришелся в непосредственной близости левой задней выносной опоры автомобильного крана (рис. 4). Автомобильный кран при этом не был задет упавшей стеновой панелью, однако удар пришелся на металлический башмак левой задней выносной опоры, стоявшей на деревянной подкладке. Дополнительно добавим, что о заднюю правую выносную опору автомобильного крана и его металлический башмак удара не было. Однако верхним углом упавшей стеновой панели была вскользь задета деревянная подкладка под металлический башмак.

Из отмеченного можно заключить, что непосредственного удара падающей плитой по работавшему автомобильному крану не было. Но кран испытал воздействие от опрокинувшейся плиты через опорные деревянные подкладки под металлические башмаки задних выносных опор. Если бы удар пришелся на конструкции задних выносных опор крана, то, возможно, кран тоже бы получил какие-то механические воздействия, и авария могла закончиться по более опасному варианту.

Заметим также, что продавливания грунта под деревянными опорными прокладками под выносные опоры крана, не произошло. Это говорит о качественной подготовке надежного и прочного основания на площадке для установки опор грузоподъемного крана. Отметим, что условия работы грузоподъемных автомобильных кранов и другой строительной техники на строительной площадке можно отнести к тяжелым условиям, что подтверждается литературными источниками [9-10].

Анализ фотографий, предоставленных для изучения, позволил установить, что на опрокинувшейся стеновой панели, до подготовки к подъему горизонтальной плиты перекрытия, были разрезаны все вертикальные связи с другими вертикальными стеновыми панелями в верхней и нижней зонах. Также на этой панели были разрезаны связи с горизонтальной плитой перекрытия. При этом крепления стеной панели от возможного ее падения не было произведено. Особенно четко это можно рассмотреть при увеличении на компьютерном мониторе.

На фотографиях (рис. 1-2) видно, что строповка плиты перекрытия, опертой по периметру на стены 1 этажа, произведена лишь за две монтажных петли. Следует обратить внимание также на то, что три точки образуют вертикальную плоскость: две монтажных петли плиты перекрытия, за которые закреплены крюки двух ветвей четырехветвевоего стропа, третья – коуш (звено для навески четырехветвевоего стропа на крюк крана), навешанный на основной крюк крана. Все это свидетельствует о том, что горизонтальная плита перекрытия только еще готовилась к подъему и, выполненный крановщиком, подъем плиты перекрытия на небольшую высоту, был пробным для проверки удаления связей жесткости с вертикальными стенами 1 этажа.

Зажатая плитой перекрытия стеновая панель из-за того, что были нарушены (разрезаны) связи ее крепления с другими вертикальными стеновыми элементами, опрокинулась в наружную сторону сразу же, как освободилась от нагрузки, создаваемой плитой перекрытия при подъеме последней. Опрокинуться внутрь стеновая панель не могла, так как изнутри ее подпирала поперечная стеновая кирпичная перегородка толщиной в полкирпича.

При этом с позиции безопасности производства демонтажных работ, вертикальные связи между стеновыми панелями 1 этажа, на которые опиралась плита перекрытия, не должны были быть удалены, а если это было сделано, то все эти вертикальные панели должны были быть закреплены во избежание их возможного падения.

В связи с вышеизложенным можно утверждать следующее:

1. При выполнении работ по демонтажу конструкций дома была нарушена технологическая последовательность выполнения демонтажных операций: «сверху вниз», поскольку вертикальные связи стеновой панели были разрезаны до демонтажа, опиравшейся на нее, вышерасположенной плиты перекрытия.

2. При пробном подъеме плиты перекрытия, для проверки ее освобождения от связей с другими горизонтальными и вертикальными конструктивными элементами здания, произошло опрокидывание в наружную сторону вертикальной стеновой панели, которая до этого момента удерживалась в своем вертикальном положении лишь под действием нагрузки от, опиравшейся на нее, вышележащей плиты перекрытия.

Следует добавить, что угроза падения этой вертикальной стеновой панели стала сразу существовать, с момента завершения удаления вертикальных связей жесткости этой панели с другими конструктивными элементами здания. При этом могли пострадать все участники выполнения работ по разрезке связей жесткости, если бы стеновая панель упала в момент окончания резки, так как их могло придавить вышерасположенной плитой перекрытия.

3. Пострадавший оказался придавлен упавшей стеновой панелью около левой опоры крана по его ходу.

4. При данном рабочем расположении крана, для машиниста крана из его рабочей кабины, ограничена видимость участка у левой опоры крана по его ходу.

В результате исследования были установлены следующие причины несчастного случая, произошедшего вследствие нарушения требований безопасности законодательных и нормативно-технических документов:

1. Строительной организацией-застройщиком выполнялись работы по демонтажу жилого дома без разработки проектно-сметной документации, в составе которой должны присутствовать мероприятия по охране труда и безопасному производству работ.

2. Генеральный директор строительной организации-застройщика, как ответственное лицо при производстве работ:

- не обеспечил запрет доступа посторонних лиц, не участвующих в производстве работ, что и послужило основной причиной возникновения несчастного случая с погибшим;

- не предотвратил самопроизвольное обрушение или падение конструкций, путем закрепления их от самопроизвольного опрокидывания;

- допустил разрезку вертикальных связей упавшей стеновой панели с другими вертикальными, примыкавшими к ней, стеновыми панелями и перегородками, нарушив технологическую последовательность выполнения процесса разборки конструкций здания, а также нарушив требования необходимости обеспечения выбора безопасных методов и приемов выполнения работы;

- не произвел ограждение участка выполнения работ на границах зон с постоянным присутствием опасных производственных факторов (участок территории вокруг разбираемого дома), а также не установил границы зоны с возможным воздействием опасных производственных факторов для нахождения людей (участки территории вблизи демонтируемого здания, зоны перемещения машин, оборудования или их частей, рабочих органов, а также места, над которым происходит перемещение грузов кранами) и не обозначил их сигнальными ограждениями и знаками безопасности.

Заключение

1. Строительная отрасль – одна из наиболее травмоопасных отраслей экономики, имеющая достаточно широкую базу действующих федеральных законов, подзаконных актов и иных нормативно-технических документов, позволяющих осознано подходить к решению проблемы, вытекающей из необходимости повышения уровня безопасности в строительном комплексе.

2. Федеральные законы Российской Федерации, а также принятые в их развитие подзаконные акты межотраслевой общероссийской направленности, на основании которых должны разрабатываться решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ, в комплексе активно используются. Многие такие нормативы имеют истоки из советского периода истории современной России.

В настоящее время идет важнейший этап развития и становления российской законодательной базы строительной отрасли и существует необходимость повышения их содержательного качества, а также устранения дублирования, например, требований безопасности в различных действующих строительных нормативах.

3. Является актуальной подготовка руководящих, инженерных и рабочих кадров, способных принимать грамотные и компетентные решения в вопросах безопасной организации и выполнения работ в строительной отрасли.

Список библиографических ссылок

1. Ладнушкин А. А. Анализ состава технологических процессов демонтажа и монтажа ограждающих конструкций на действующих электростанциях // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 3 (32). С. 169–172.
2. Гарькин И. Н., Глухова М. В. Опыт обследования строительных конструкций гражданских зданий // Фундаментальные исследования. 2016. № 6-2. С. 267–271.
3. Казиев В. М., Казиев Э. В. Влияние технического состояния конструкций многоквартирного дома на старение и способы его возмещения // Фундаментальные исследования. 2018. № 4. С. 75–80.
4. Лукманова Л. В., Мухаметрахимов Р. Х. Контроль качества монтажа навесных вентилируемых фасадных систем // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. № 9. С. 492–497.
5. Лукманова Л. В., Мухаметрахимов Р. Х. Панельные здания с эффективным теплоизоляционным слоем и облицовкой // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2016. № 7. С. 264–267.
6. Юдина А. Ф., Ладнушкина А. А. Исследование параметров бескрановой технологии реконструкции промышленных зданий // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 2 (27). С. 115–117.
7. Гарькина И. А., Гарькин И. Н. Техническая экспертиза: обоснование демонтажа зданий и сооружений // Фундаментальные исследования. 2017. № 10-3. С. 412–417.
8. Стасева Е. В., Федина Е. В. Системный подход к мониторингу технического состояния зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4. С. 172.
9. Sakhapov R. L., Nikolaeva R. V., Gatiatullin M. R., Makhmutov M. M. Risk management model in road transport systems // Journal of Conference Series. 2016. T. 738. № 1. С. 012008.

10. Sakhapov R. L., Nikolaeva R. V., Gatiatullin M. R., Makhmutov M. M. Modeling the dynamics of the chassis of construction machines // Journal of Conference Series. 2016. T. 738. № 1. С. 012119.
11. Pinto R. C. A., Shindler A. K. Unified modeling of setting and strengt development // Cement and Concrete Research. 2010. V. 40. № 1. С. 58–65.

Khuziakhmetov Rustam Abdulganeevich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: hroustam@mail.ru

Kashina Svetlana Georgievna

candidate of pedagogical sciences, associate professor

E-mail: kashina@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Khuziakhmetova Karina Rustamovna

engineer

E-mail: karina261996@mail.ru

LLC «ItilStoryServis»

The organization address: 420049, Russia, Kazan, Nursultana Nazarbaeva st., 10

Investigation of the circumstances of the fall of reinforced concrete wall panel during the dismantling of a panel house

Abstract

Problem statement. The purpose of the study is to establish the circumstances of the fall of the wall panel during the dismantling of the structures of the panel house and to determine the reasons associated with the violation of legislative and regulatory requirements for safe work when disassembling the building using a lifting truck crane.

Results. The requirements of legislative and normative-technical documentation in construction in relation to the identification of the reasons for the fall of the wall panel during the disassembly of the panel house are analyzed. The reasons of technical and organizational character of violation of requirements of safety which led to overturning of the wall panel and death under it of the person are considered.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry lies in the awareness of the need to improve the level of safety when working on construction sites, and, in particular, when dismantling the bearing and enclosing structures during the demolition of a building. The modern regulatory framework for construction is developed in the newly adopted by-laws of inter-sect oral all-Russian orientation on the basis of federal laws adopted and in force in Russia. There is also an acute need to train managers, engineers and workers who are able to make competent and competent decisions on the safe organization and performance of work.

Keywords: accident, construction site fencing, dismantling of building structures, falling and tipping of the wall panel.

References

1. Lادنushkin A. A. Analysis of the composition of technological processes of dismantling and installation of enclosing structures at operating power plants // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2012. № 3 (32). P. 169–172.
2. Garkin I. N., Glukhova M. V. Experience in the survey of building structures of civil buildings // Fundamentalnye issledovaniya. 2016. № 6-2. P. 267–271.
3. Kaziev V.M., Kaziev E.V. Influence of the technical condition of the construction of an apartment building on aging and methods of its compensation // Fundamentalnye issledovaniya. 2018. № 4. P. 75–80.

4. Lukmanova L. V., Mukhametrakhimov R. Kh. Quality control of installation of mounted ventilated facade systems // *Resursoeffektivnye tekhnologii v stroitel'nom komplekse regiona*. 2018. № 9. P. 492–497.
5. Lukmanova L. V., Mukhametrakhimov R. Kh. Panel buildings with an effective thermal insulation layer and cladding // *Resursoeffektivnye tekhnologii v stroitel'nom komplekse regiona*. 2016. № 7. P. 264–267.
6. Yudina A. F., Ladnushkina A. A. Investigation of parameters of crane technology for the reconstruction of industrial buildings // *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2011. № 2 (27). P. 115–117.
7. Garkina I. A., Garkin I. N. Technical expertise: rationale for the dismantling of buildings and structures // *Fundamentalnye issledovaniya*. 2017. № 10-3. P. 412–417.
8. Staseva E. V., Fedina E. V. System approach to monitoring the technical condition of buildings and structures // *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2013. № 4. P. 172.
9. Sakhapov R. L., Nikolaeva R. V., Gatiatullin M. R., Makhmutov M. M. Risk management model in road transport systems // *Journal of Conference Series*. 2016. T. 738. № 1. P. 012008
10. Sakhapov R. L., Nikolaeva R. V., Gatiatullin M. R., Makhmutov M. M. Modeling the dynamics of the chassis of construction machines // *Journal of Conference Series*. 2016. T. 738. № 1. P. 012119.
11. Pinto R. C. A., Shindler A. K. Unified modeling of setting and strengt development // *Cement and Concrete Research*. 2010. V. 40. № 1. P. 58–65.



УДК 625.08

Габдуллин Талгат Ривгатович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: talgat2204@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Кашипов Рафиль Фаилевич

заместитель главного конструктора

ООО «Грузоподъем»,

E-mail: rkashipov@gmail.com

Адрес организации: 420107, Россия, г. Казань, ул. Нигматуллина, д. 3

Совершенствование способа укладки тротуарной плитки

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – повышение качества мощения тротуарной плитки путем совершенствования способа ее укладки, увеличения сроков эксплуатации плиточных дорожных поверхностей (тротуаров, площадей, дорожек) и снижения финансовых затрат на выполнение укладочных работ и их дальнейшего содержания.

Результаты. Основные результаты исследования заключаются в модернизации захватного органа типового укладчика и в дооборудовании его дополнительным навесным механизмом для подачи сухой смеси и распределения ее в щели между плитками. Предлагаемая модернизация повышает производительности работы укладчика и минимизирует участие человека в технологическом процессе укладки тротуарной плитки. В результате применения укладчика с предлагаемым захватным органом обеспечивается более высокий уровень надежности уложенной тротуарной плиткой дорожной поверхности, минимизирующее возникновение трещин и сколов от нагрузок не только при проходе пешеходов, но и, в том числе, при проезде легких транспортных средств на колесном ходу.

Выводы. Значимость полученных результатов для дорожно-строительной отрасли состоит в повышении качества поверхностей, вымощенных тротуарной плиткой, за счет применения модернизированного и дооборудованного типового укладчика.

Ключевые слова: проект, укладчик, тротуарная плитка, дороги, модернизация, захватный орган, распределитель, качество, способ, экономичность.

Введение

Тротуарная плитка – изделие, имеющее относительно небольшие размеры, состоящее, главным образом, из естественного природного материала. Формы тротуарной плитки могут быть самыми многообразными: прямоугольные, многоугольные, узорчатые, крупные или относительно небольшого размера (рис. 1).



Рис. 1. Наиболее типовые формы тротуарной плитки [1]

Благодаря своему природному составу, тротуарная плитка длительное время сохраняет свою форму и может достаточно долго прослужить. Тротуарная плитка хорошо подвергается обработке для придания необходимой формы и размеров, что обеспечивает высокое удобство ее укладки [2].

В настоящее время тротуарная плитка стала одним из наиболее популярных и востребованных строительных материалов. Применяется плитка при строительстве тротуаров, второстепенных слабонагруженных дорог в населенных пунктах, площадок вокруг кафе, офисных заведений и магазинов. Можно применять тротуарную плитку также для благоустройства садовых территорий и парковых зон. Для перечисленных целей в большинстве случаев требуется большое количество строительного материала.

Тротуарная плитка обладает следующими достоинствами:

- производится достаточно быстро, ее производство не требует никаких специальных или особо дорогих материалов. Соответственно у нее относительно невысокая себестоимость в сравнении с другими материалами, применяемыми при строительстве дорожек или площадей;

- отличается достаточно высокой износостойкостью, которая достигается применением вибролитья;

- характеризуется морозостойкостью, устойчивостью к выветриванию и разрушению;

- отлично очищается от загрязнений, практически не вбирает в себя влагу [2, 3].

Однако наблюдение за процессом укладки тротуарной плитки в Российской Федерации показывает некоторые технически нерешенные стороны данного процесса.

Технологические особенности укладки тротуарной плитки

Долговечность и красота будущей площадки зависит от строгого соблюдения технологии укладки тротуарной плитки. При этом одним из основных условий качественной укладки тротуарной плитки является тщательная подготовка основания. Рабочий участок необходимо хорошо выровнять, крупные камни и корни растений необходимо удалять. Затем выровненная поверхность обязательно утрамбовывается.

Широкое применение тротуарной плитки в качестве покрытия дорожных покрытий наблюдается не только в европейских городах, но, в том числе, и в городах России. Особенно в крупных городах, как Москва, Санкт-Петербург, в региональных столицах, в том числе, и в Казани. Последними примерами широкого применения тротуарной плитки в качестве дорожно-укладочного материала являются прилегающие территории к станции метро «Дубравная» по улице Р. Зорге в г. Казани. Суммарный объем площадей, выложенных тротуарной плиткой, здесь составляет более двух гектаров.

В Российской Федерации тротуарную плитку укладывают в основном вручную (рис. 2). Для укладки тротуарной плитки используется смесь сухого типа. Как правило, это смесь песка и цемента в определенном соотношении. Её распределяют только после того, как вся тротуарная плитка будет уложена на рабочий участок. Распределение сухой смеси в настоящее время в основном также выполняется вручную.



Рис. 2. Укладка тротуарной плитки ручным способом (г. Казань) [4]

Но, с недавнего времени, на отечественном рынке дорожно-строительных машин начали появляться специализированные машины и оборудование для укладки тротуарной плитки (рис. 3). Такие машины в 3-4 раза ускоряют укладку и минимизируют ручной труд [2, 5].



Рис. 3. Укладка тротуарной плитки специальной машиной [6]

При укладке тротуарной плитки в Российской Федерации, наиболее часто встречаются машины Optimas T11 (Германия) (рис. 4). Это облегченный вариант самоходной машины с профессиональным захватом Multi 6.



Рис. 4. Машина для укладки тротуарной плитки Optimas T11 [7]

Универсальный гидравлический захват Multi 6 для мощения тротуарной плитки может также использоваться и как навесной механизм для других строительных машин и оборудования (экскаватора, погрузчика и т.п.). Гидравлический захват настраивается бесступенчато на все типовые формы и размеры плитки. Возможно смещение рядов прямоугольной или квадратной плитки.

Принцип работы такого укладчика брусчатки заключается в том, что захватный орган схватывает заранее подготовленный пакет тротуарной плитки (далее – пакет).

Пакет при этом зажимается специальными держателями, регулируемые при помощи гидроцилиндра. Машина, укладывает пакет на заранее подготовленную площадку, опускает захватный орган и разжимает держатели.

Как показывает практика применения таких машин, главными их недостатками являются неизменяемость размеров укладываемого пакета тротуарной плитки и необходимость привлечения дополнительной техники или живой рабочей силы для распределения сухой смеси в щели между отдельными плитками.

Специальных машин для распределения сухой смеси как таковых нет. Для этого используют мини-погрузчики, оборудованные ковшом для загрузки смеси, и вращающиеся щетки, для распределения смеси в щели между плитками брусчатки.

Предлагаемая модернизация захвата и дооборудование типового укладчика

Долговечность эксплуатации дорожных поверхностей, покрытых тротуарной плиткой, зависит как от самой тротуарной плитки, так и от пунктуального соблюдения технологии ее мощения.

В целях повышения срока эксплуатации мощеных дорожных поверхностей предлагается способ укладки тротуарной плитки на основе применения модернизированного захватного органа, позволяющего регулировать ширину укладываемой полосы, и механизма подачи и распределения сухой смеси в щели между плитками, которым можно оснастить существующие машины для укладки тротуарной плитки. В результате минимизация ручного труда в технологическом процессе укладки тротуарной плитки обеспечивает улучшение качества ее укладки, тем самым, достигается повышение сроков эксплуатации мощеных плиткой дорожек и площадей.

Для выполнения операции распределения смеси нами предлагается модернизация укладчика тротуарной плитки установкой форсунок подачи сухой смеси и вращающихся щеток для ее распределения. Сами форсунки устанавливаются внутри захватного органа, так, чтобы зона подачи смеси была достаточной. Смесь подается из бункера, расположенного на задней части машины, при помощи насоса высокого давления. После того, как смесь будет подана на поверхность уложенных плиток, щетка, расположенная спереди машины, вращаясь на оптимальных оборотах, заполняет смесью щели между плитками.

Для оборудования типа Multi 6 можно использовать не только базовые машины серии Optimas, но и другие типы дорожно-строительных машин, в которых можно установить дополнительное навесное рабочее оборудование. Оснащение бункером для подачи сухой смеси не вызывает особых трудностей и им можно дооборудовать многие марки строительных машин. Объем бункера должен быть оптимальным в зависимости от технических и производственных возможностей применяемых машин.

Распределительная щетка также делается для каждой машины индивидуально. Это обусловлено тем, что нужно учитывать габариты самой машины, а также расстояние от самой щетки до захватного органа. Расстояние должно быть достаточным, так как при работе захватного органа, сам орган поворачивается по оси, для обеспечения нужного угла укладки плитки, и поэтому необходимо учесть угол поворота.

Общий вид предлагаемого модернизированного захвата укладчика тротуарной плитки представлен на рис. 5.

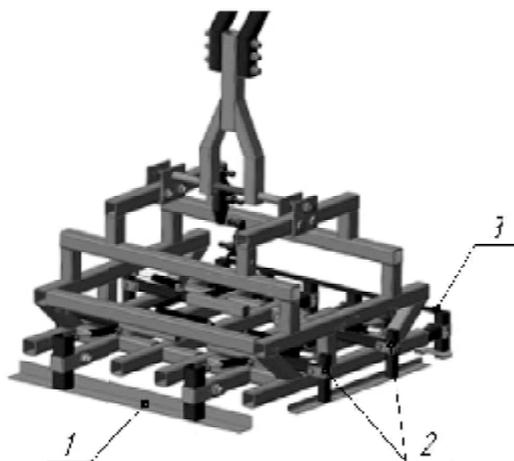


Рис. 5. Общий вид модернизированного захвата укладчика тротуарной плитки:
1 – передний зажимающий механизм; 2 – регулируемые боковые зажимы;
3 – задний упорный механизм (иллюстрация автора)

Модернизация захвата заключается:

1. В дооборудовании типового захватного органа комплектом гидроцилиндров и боковыми упорами-держателями, регулируемые в плане по длине выдвижения штоков гидроцилиндров.

2. В установке комплекта форсунок для подачи сухой смеси с приводом и магистралями подачи и щетки для сметания сухой смеси в межплиточные щели. Бункер с насосом для подачи смеси прикрепляется к задней части машины. Рабочий объем бункера 50...75 л. Привод-нагнетатель сухой смеси и щетки работают от бортовой сети штатной машины. Если привод электрический – от электросети, если гидромотор – от гидравлической.

Работа модернизированного захватного органа происходит следующим образом:

- захватывающий орган выполняет операцию захвата. Затем машина своим ходом переносит захваченный пакет тротуарной плитки в зону мощения и укладывает на место укладки. После этого через форсунки на уложенную поверхность подается сухая смесь. В завершении процесса щетка (наиболее эффективно расположенная для конкретной машины) на оптимальных оборотах распределяет эту смесь в щели между плитами.

Захват в целом представляет собой сварную конструкцию из профильной трубы, которая прикрепляется как навесное оборудование. Управление рабочим процессом осуществляется машинистом из кабины машины [3, 7].

Принцип работы захватного органа заключается в следующем:

- задний регулируемый упорный механизм 5 (рис. 5), а также боковые упоры 3, 4 при помощи гидроцилиндров, работающих синхронно, выставляются на нужный размер укладываемого пакета тротуарной плитки. После того, как основание конструкции опустится на пакет, передний зажимающий механизм 2 и боковые зажимы 4 его зафиксируют. Далее машинист производит подъем захваченного пакета, боковые зажимы при этом приводятся в исходное положение. Переместив пакет до нужного места, машинист плавно опускает его на укладываемую поверхность, после чего приводит передний зажимающий механизм в исходное положение.

Как только процесс перемещения брусчатки завершается, через форсунки 1 подается сухая смесь и, при помощи, установленной на задней или передней части машины, щетки смесь, на оптимальных оборотах равномерно распределяется между щелями уложенной плитки. Является целесообразным распределение сухой смеси производить только после того, как вся запланированная площадь будет уложена плиткой.

Прочностные расчеты металлоконструкции и подбор дополнительного оборудования

Исходные данные, необходимые для выполнения расчетов, были взяты применительно к машине для укладки брусчатки Optimas T11.

Вес максимально захватываемого пакета тротуарной плитки $G = 1800$ Н и вес самой конструкции в сумме составили $G = 3500$ Н.

При разработке и проектировании захватного органа была просчитана металлоконструкция с использованием метода независимости действия сил, произведен подбор гидроцилиндров для подъема и опускания рабочего оборудования [8, 9], произведен расчеты упорно-зажимных механизмов и устойчивости конструкции в работе [5, 10-12].

Прочностной расчет металлических элементов конструкции проверен в САПР в АПМ «Win Machine» FEM для КОМПАС-3D на эквивалентное напряжение по Мизесу, на суммарное линейное перемещение, на коэффициент запаса по текучести и на коэффициент запаса по прочности [11, 13].

Расчеты экономической целесообразности предлагаемой конструкции

Расчеты экономической целесообразности данного проекта было проведено методом сравнения [14] предлагаемого модифицированного захватного органа с зарубежным сопоставимым оборудованием немецкой фирмы Optimas. Сравнимое оборудование, как и предлагаемое, работает как навесное оборудование. Для разработанного нами оборудования в качестве базовой машины применяется мини погрузчик Bobcat S510, а для сравниваемого – Optimas T11.

Проведенные расчеты показали, что примерно через 4,5 месяца финансовые расходы на модернизацию укладочной машины окупаются полностью. Относительно быстрая окупаемость достигается снижением фонда заработной платы за счет сокращения

количества рабочих в технологическом процессе и снижением затрат на содержание плиточных дорожек и площадок вследствие качества улучшения качества укладки.

Расчёты производительности также подтвердили, что предлагаемая модернизированная и дооборудованная машина для укладки тротуарной плитки является эффективнее, чем базовые аналоги.

Заключение

Таким образом, практическое применение, предложенной в статье модернизированной и дооборудованной машины для укладки тротуарной плитки обеспечивает повышение качества укладки, минимизирует ручной труд в технологическом процессе укладки в целом. Повышается производительность машины в целом. При этом необходимость в привлечении дополнительной техники исчезает, а сроки безремонтной эксплуатации мощных тротуарной плиткой поверхностей увеличивается.

Список библиографических ссылок

1. URL: http://www.know-house.ru/inf_build10/types_paving_slabs.html (дата обращения: 14.01.2019).
2. Подольский В. П. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Дорожные покрытия. М. : Академия, 2012. 304 с.
3. Габдуллин Т. Р. Новые технологии строительства дорог в России : сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф. Т. 1. Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений / БГТУ. Белгород, 2013. С. 109–113.
4. URL: <http://remoo.ru/uchastok/ukladka-trotuarnoj-plitki-na-pesok-tekhnologiya> (дата обращения: 14.01.2019).
5. Шарапов Р. Р., Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные и дорожные машины и оборудование: лабораторный практикум. Белгород : БГТУ, 2014. 125 с.
6. URL: <https://optimas.de/ru/referencii/parkovochnye-stoyanki.php> (дата обращения: 14.01.2019).
7. URL: <https://i.pinimg.com/736x/52/a2/a0/52a2a0c0811cd30cc40c9ef8bba669eb.jpg> (дата обращения: 14.01.2019).
8. Сахапов Р. Л., Махмутов М. М. Расчет гидропривода транспортно-технологической машины // Проблемы и инновации в области механизации и технологий в строительных и дорожных отраслях. 2016. Т. 1. № 3. С. 6–10.
9. Габдуллин Т. Р. Разработка лесопильного узла к одноковшовому экскаватору // Механизация строительства. 2015. № 8 (854). С. 6–8.
10. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение. М. : Машиностроение, 2009. 528 с.
11. Шелофаст В.В., Чугунов Т.Б. Основы проектирования машин. Примеры решения задач. М. : Изд-во АПМ, 2004. 240 с.
12. Sakharov R. L., Nikolaeva R. V., Gatiyatullin M. H., Makhmutov M. M. Modeling the dynamics of the chassis of construction machines. Journal of Physics: Conference Series. 2016. Т. 738. № 1. С. 012119.
13. Габдуллин Т. Р., Загретдинов Р. В., Сахапов Р. Л. Моделирование систем управления дорожно-строительной техникой // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. т. 16. № 1(2). С. 394–396.
14. Абрамов А. Т. Экономическое обоснование инженерных задач в дипломных проектах: методические рекомендации. Барнаул : АГАУ, 2002. 68 с.
15. David J. I. White, Pavana K. R. Vennapusa, Mark J. Thompson. Validation of Intelligent Technology, Department of Transportation Federal Highway Administration. 2012. P. 12.
16. Hunter R. F. Asphalt in road construction. London : ICE Publishing, 2014. 588 p.

Gabdullin Talgat Rivgatovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: talgat2204@mail.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Kashipov Rafil Failevich

deputy chief designer

E-mail: rafil_mail.ru@mail.ru**LLC «Gruzopjem»**

The organization address: 420107, Russia, Kazan, Nigmatullina st., 3

Improving the method of laying paving slabs**Abstract**

Problem statement. The purpose of the research is to improve the quality of paving sidewalk tile by improving the method of its installation, extending the service life of tiled road surfaces (sidewalks, squares, paths) and reducing the financial costs of the paving works and their further maintenance.

Results. The main results of the study consist in the modernization of the gripper body of a typical stacker and its additional equipment with an additional mounted mechanism for feeding the dry mix and distributing it in the gaps between the tiles. The proposed modernization improves the performance of the paver and minimizes human participation in the process of laying paving slabs. As a result of applying the stacker with the proposed gripping body, a higher level of reliability of the laid paving slabs of the road surface is ensured, minimizing the occurrence of cracks and chips from loads, not only when pedestrians pass, but also when driving light vehicles on wheels.

Conclusions. The significance of the results obtained for the road construction industry is to improve the quality of paved paving surfaces through the use of a modernized and retrofit standard stacker.

Keywords: palletizer, paving slabs, roads, modernization, gripping body, distributor, quality, method, cost-effectiveness.

References

1. URL: http://www.know-house.ru/inf_build10/types_paving_slabs.html (reference date: 14.01.2019).
2. Podolsky V. P. Technology and organization of construction of highways. Road coverage. M. : Academy, 2012. 304 p.
3. Gabdullin, T. R. New road construction technologies in Russia: dig. of reports of the Intern. scientific-practical conf. Vol. 1. Innovative materials, technologies and equipment for the construction of modern transport facilities / BSTU. Belgorod, 2013. P. 109–113.
4. URL: <http://remoo.ru/uchastok/ukladka-trotuarnoj-plitki-na-pesok-tekhnologiya> (reference date: 14.01.2019).
5. Sharapov R. R., Romanovich R. A., Kharlamov E. V. Building and road machines and equipment: laboratory practical. Belgorod : Baltic State Technical University, 2014. 125 p.
6. URL: <https://optimas.de/ru/referencii/parkovochnye-stoyanki.php> (reference date: 14.01.2019).
7. URL: <https://i.pinimg.com/736x/52/a2/a0/52a2a0c0811cd30cc40c9ef8bba669eb.jpg> (reference date: 14.01.2019).
8. Sakhapov R. L., Makhmutov M. M. Calculation of the hydraulic drive of the transport-technological machine // Problemy i innovatsii v oblasti mekhanizatsii i tekhnologiy v stroitel'nykh i dorozhnykh otraslyakh. 2016. Vol. 1. № 3. P. 6–10.

9. Gabdullin T. R. Development of a sawmill to a single-bucket excavator // *Mekhanizatsiya stroitel'stva*. 2015. № 8 (854). P. 6–8.
10. Lakhtin Yu. M., Leontieva V. P. *Material Science*. M. : Mashinostroenie, 2009. 528 p.
11. Shelofast V. V., Chugunov T. B. *Basics of designing machines. Examples of problem solving*. M. : APM, 2004. 240 p.
12. Gatiyatullin M. H., Sakhapov R. L., Nikolaeva R. V., Makhmutov M. M. Modeling the dynamics of the chassis of construction machines. *Journal of Physics: Conference Series*. 2016. T. 738. № 1. C. 012119.
13. Gabdullin T. R., Zagretdinov R. V., Sakhapov R. L. Modeling of road construction equipment control systems // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2014. t. 16. № 1 (2). P. 394–396.
14. Abramov A. T. *Economic justification of engineering problems in the graduation projects: methodological recommendations*. Barnaul : ASAU, 2002. 68 p.
15. David J. I. White, Pavana K. R. Vennapusa, Mark J. Thompson. *Validation of Intelligent Technology*, Department of Transportation Federal Highway Administration. 2012. P. 12.
16. Hunter R. F. *Asphalt in road construction*. London : ICE Publishing, 2014. 588 p.

УДК 624.088.8

Мудров Александр Григорьевич

доктор технических наук, профессор

E-mail: Alexmudrov42@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Мудрова Анна Александровна

соискатель

E-mail: annamudrova@mail.ru

Федеральная служба по аккредитации (Росаккредитация)

Адрес организации: 117312, Россия, г. Москва, ул. Вавилова, д. 7

Самодвижущее устройство для уплотнения дорожного полотна при ремонте

Аннотация

Постановка задачи. В нашей стране с каждым годом увеличивается количество легковых и грузовых автомобилей, которые увеличивают нагрузку на дорожное полотно, постепенно ухудшая его качество. На так называемый «ямочный ремонт» ежегодно тратятся огромные средства. Для проведения ремонта требуется мобильная техника, в том числе уплотнители каменных материалов и асфальтобетона. Пока такая техника российского производства ограничена в количестве и несовершенна.

Цель исследования – разработать самодвижущееся малогабаритное эффективное устройство для уплотнения дорожного полотна при ремонте.

Результаты. В результате исследования предложено новое малогабаритное уплотняющее устройство, использующее направленное силовое воздействие на уплотняемый каменный материал или асфальтобетонное покрытие, которое не только эффективно уплотняет, но и обеспечивает самопередвижение устройства без участия оператора.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли заключается в создании нового малогабаритного эффективного устройства для уплотнения каменного материала и асфальтобетона, используемого для ремонта разрушенных участков дорожного покрытия.

Ключевые слова: дорожное полотно, уплотняющее устройство, ямочный ремонт, инерционные силовые импульсы.

Введение

Автомобильные дороги играют в экономике и развитии РТ и РФ огромную роль и значение. Это глобальная сеть и артерии взаимосвязи между регионами и производственными предприятиями. Ежегодно парк грузовых и легковых машин неизменно возрастает, следовательно, увеличивается и воздействие движущегося транспорта на дорожное покрытие [1]. Кроме того, вредное влияние на полотно оказывают различные температурные факторы, осадки в виде мокрого снега, дождя, естественное старение и износ. Сюда можно отнести и использование некачественных материалов, нарушение технологии строительства, недостаточное профилактическое обслуживание дорожного полотна, движение большегрузных фур в осенний и весенний периоды [2].

Вышеуказанные факторы вызывают разрушение, деформацию, образование трещин, ям и ухабов, выбоин, просадки, волн, наплывов и прочего.

Требования к асфальтобетонным смесям отражены в ГОСТах: 30108-94, 31015-2002, 9128-2013; к дорожному покрытию автодорог – ГОСТ 33101-2014.

Не устраненные вовремя, образовавшиеся повреждения могут вызвать дальнейшее разрушение полотна и значительное ухудшение эксплуатационных свойств и качеств автодороги.

Ремонт дорожного покрытия может быть текущий и капитальный в зависимости от вида и состояния повреждений [3].

Если на полотне имеются трещины, волны, наплывы, выбоины, небольшие ямы, то производится текущий ремонт.

Текущий ремонт не относится к капиталоемким, поэтому не выгоден крупным предприятиям. Им, в основном, занимаются местные мелкие организации, у которых имеется набор необходимого оборудования, грузовой автотранспорт и материал для заделки повреждений. Текущий ремонт иногда именуется как ямочный ремонт, при котором устраняется большинство вышеуказанных повреждений дорожного полотна.

При текущем ремонте производятся следующие виды работ: определение границ ремонта, удаление материала покрытия в границах ремонта, заполнение выделенной площади асфальтобетонной смесью, выравнивание и уплотнение уложенного покрытия.

Для текущего ремонта необходимо иметь минимальный перечень рабочего оборудования: нарезчик швов, компрессор с отбойным молотком, уплотнительные устройства (каток малого класса, виброуплотнитель – виброплиты), грузовая машина.

Качество уплотнения грунта и асфальтобетонных покрытий зависит от многих факторов, в том числе, от типа катков, режима их работы, температуры асфальтобетонной смеси, толщины уплотняемого слоя и т.д. [4, 5].

Из публикаций зарубежных авторов можно отметить темы по асфальтосмесям [6, 7] и уплотнению асфальтобетона [8].

Следует отметить, что уплотнительная техника, используемая при текущем ремонте, не обеспечивает требуемого качества уплотнения по следующим причинам:

- Катки малого класса из-за незначительного веса и многократного статического воздействия (прокатывания) не могут обеспечить высокое качество уплотнения смеси.

- Виброплиты от вращающегося дебаланса имеют круговое силовое воздействие вверх-вниз с одинаковым значением, что недостаточно эффективно для уплотнения, кроме этого они затрачивают сравнительно большие мощности на рабочий процесс, а перемещаются по уплотняемой площади с помощью тяги оператора, на здоровье которого вибрации оказывают вредное влияние.

Техническая характеристика существующих виброплит приведена в табл. 1.

Таблица 1

Техническая характеристика виброплит

Модель виброплиты	VS-134	VS-244	VS-246E12	VS-246E20	VS-309
Габариты (Д×Ш×В), мм	1150×320×915	1060×440×980	1270×450×1030	1270×450×1030	1340×500×900
Снаряженная масса, кг	74	90	140	160	300
Глубина уплотнения, мм	100	150	200	250	400
Число проходов для достижения указанной глубины уплотнения	4	4	4	4	4
Вынуждающая сила, кН	10	12	18	26	40
Частота вибрации, Гц	100	90	80	80	70
Скорость движения, м/мин	20-25				
Двигатель	Honda (Япония)				
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	2,2 (3)	3,0 (4)	4,5 (6)	4,5 (6)	6,75 (9)
Вид топлива	Бензин АИ-92				
Емкость топливного бака, л	1,2	2,5	3,6	3,6	6,0
Расход топлива виброплит, л/ч	0,96	0,6	1,9	1,9	2,5
Производительность, м ² /час	100	140	150	160	180

Из изложенного следует, что нецелесообразно использовать тяжелую уплотнительную технику на небольших участках для текущего ремонта, из-за больших расходов на ее перевозку и обслуживание, а также недостаточной эффективности малогабаритной существующей техники для уплотнения асфальтобетона.

Поставлена цель исследования – разработать самодвижущееся малогабаритное эффективное устройство для уплотнения дорожного полотна при ремонте.

Поскольку ежегодно на ямочный ремонт автодорог и городских улиц городов РТ расходуются огромные денежные средства, предлагаемая тема создания и исследования нового высокоэффективного самодвижущегося устройства для уплотнения дорожного полотна является актуальной и целесообразной.

Анализ и обсуждение исследования

Указанная цель достигается тем, что авторами использована дополнительная направленная сила, действующая одновременно как на процесс уплотнения смеси, так и на самопередвижение устройства, как вперед, так и назад без участия оператора.

Кинематическая схема устройства представлена на рис. 1.

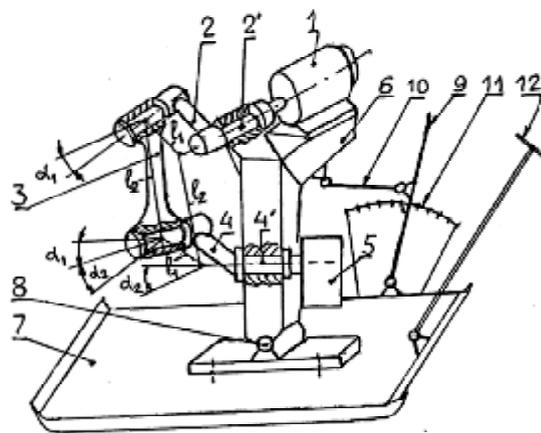


Рис. 1. Схема устройства для уплотнения грунта или асфальта (иллюстрация авторов)

Устройство содержит источник привода 1, выполненный в виде электродвигателя (рис. 1), или двигателя внутреннего сгорания (например, от газонокосилки, бензопилы, и т.д.), с валом источника привода соединено ведущее звено 2, которое шарнирно связано через звено 3 с ведомым звеном 4 [9].

На валу 4' жестко закреплен дебалансный груз 5. Вал 2' ведущего звена 2 и вал 4' ведомого звена 4 расположены в корпусе 6 под углом α_2 на расстоянии l_2 .

Особенность устройства состоит в том, что указанные звенья 2, 3, 4 и 6 имеют разные углы и расстояния между осями их шарниров.

Так, оси шарниров звеньев 2 и 4 расположены под углом α_1 и отстоят на расстоянии l_1 , а оси шарниров звена 3 и звена 6 (геометрические оси валов 2' и 4' звеньев 2 и 4) расположены под углом α_2 и на расстоянии l_2 . При этом параметры звеньев связаны соотношением:

$$l_1 \sin \alpha_2 = l_2 \sin \alpha_1. \quad (1)$$

Угол α_1 может принимать значения от 10° до 50° , а угол α_2 – от 30° до 90° . Следует отметить, что кратчайшие расстояния у шарниров звеньев и корпуса измеряются не по материальному телу, а расположены вне тела, как показано на рис. 1.

Корпус 6 связан шарнирно с плитой 7 посредством пальца 8. Корпус 6 вместе с расположенными на нем звеньями может изменять угол наклона по отношению к плите 7 как вперед, так и назад. Изменение угла осуществляется посредством рычага 9 и тяги 10. Рычаг 9 шарнирно связан с плитой 7 и шарнирно с корпусом 6 тягой 10. Рычаг 9 фиксирует одно из положений корпуса 6 на зубчатом секторе 11 посредством защелки, которая на схеме не показана.

Для ручного перемещения устройства, оно снабжено тягой 12, шарнирно связанной с плитой 7.

Устройство работает следующим образом.

От источника привода 1 вращение передается ведущему звену 2, который через звено 3 вращает ведомое звено 4 с дебалансным грузом 5. За счет особого расположения

осей шарниров звеньев 2 и 4, звена 3 и осей корпуса б, ведомое звено 4, вместе с дебалансным грузом 5, будут иметь переменную на одном обороте угловую скорость, коэффициент неравномерности вращения которой определяется выражением:

$$d = \pm 2 \frac{\sin a_1 \times \sin a_2}{\cos a_2 - \cos a_1}. \quad (2)$$

Максимальное ω_{max} и минимальное ω_{min} значение угловой скорости ведомого кривошипа с дебалансом определяются выражениями:

$$\omega_{max} = \frac{\cos a_1}{1 - \sin a_1} \omega, \quad \omega_{min} = \frac{\cos a_1}{1 + \sin a_1} \omega, \quad (3)$$

где ω – угловая скорость ведущего звена 2.

При изменении угловой скорости, появляется ускорение вращающегося дебаланса 5, равное:

$$a = r \sqrt{\omega^4 + \epsilon^2}, \quad (4)$$

где r – расстояние от оси вращения дебаланса до центра его массы;

ω – угловая скорость вращения дебаланса;

ϵ – угловое ускорение вращения дебаланса.

В результате появляется сила инерции – $P = m \cdot a$ (здесь m – масса дебаланса).

В моменты, когда угловая скорость ω вращения дебаланса принимает максимальное и минимальное значения, угловое ускорение равно нулю, максимальное и минимальное значение силы инерции соответственно равны:

$$P_{max} = mr \frac{\cos^2 a_1}{(1 - \sin a_1)^2} \omega^2, \quad P_{min} = mr \frac{\cos^2 a_1}{(1 + \sin a_1)^2} \omega^2. \quad (5)$$

Пример конструктивного воплощения устройства, при принятой массе дебаланса $m=10$ кг, $r=0,1$ м, $\omega=10$ с⁻¹, $\alpha_1=20^\circ$, минимальный и максимальный импульсы будут равны:

$$P_{min} = 10 \times 0,1 \frac{0,9396^2}{(1 + 0,342)^2} 10^2 = 49 \text{ Н}, \quad P_{max} = 10 \times 0,1 \frac{0,9396^2}{(1 - 0,342)^2} 10^2 = 204 \text{ Н}.$$

При $\alpha_1=60^\circ$ и тех же данных $m=10$ кг, $r=0,1$ м, $\omega=10$ с⁻¹ импульсы равны:

$$P_{min} = 10 \times 0,1 \frac{0,5^2}{(1 + 0,866)^2} 10^2 = 72 \text{ Н}, \quad P_{max} = 10 \times 0,1 \frac{0,5^2}{(1 - 0,866)^2} 10^2 = 1388 \text{ Н}.$$

Как видно из примера, с увеличением угла α_1 – значительно увеличивается величина силы инерции, при этом максимальное значение силы при угле $\alpha_1=20^\circ$ будет в 4,2 раза больше минимального, а при угле $\alpha_1=60^\circ$ максимальное значение в 192 раза больше минимального значения силы.

На рис. 2 обозначены P_{max} , P_{min} , $F_{тр}$ – сила трения плиты о поверхность грунта. Площадь, ограниченная кривой $P=f(t)$ и находящаяся над осью представляет собой импульс силы, при этом корпус б устройства расположен вертикально, т.е. силы участвуют только на уплотнение асфальта.

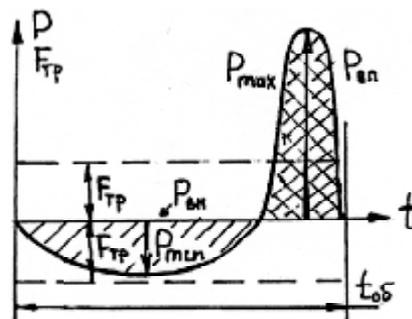


Рис. 2. График сил инерции (иллюстрация авторов)

Площадь кривой $P=f(t)$, находящаяся ниже графика, сила направлена противоположно.

Величины этих силовых импульсов равны, так как равны площади над осью и площадью под осью абсцисс. Однако амплитуда силы P вниз существенно превышает амплитуду силы P в противоположном направлении, чем создается эффективность уплотнения. Это уплотнение будет осуществляться на одном месте под плитой.

Для движения устройства вперед рычагом 9 перемещают корпус 6 назад, в результате чего он повернется на угол β и силовой импульс будет направлена под тем же углом β (рис. 3а). Сила P раскладывается на составляющие силы: вниз – $P_{вн}=P\cos\beta$ и вперед – $P_{ен}=P\sin\beta$.

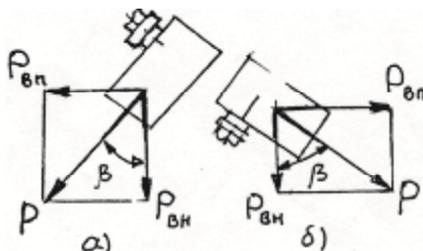


Рис. 3. Схема действия сил (иллюстрация авторов)

Сила $P_{вн}$ уплотняет грунт, а сила $P_{ен}$ перемещает устройство вперед. Ход перемещения зависит от угла β и соотношения сил $P_{ен}$ и силы трения $F_{mp}=mgf$ (f – коэффициент трения).

На графике рис. 2 показаны соотношения сил трения и силы инерции $P_{мин}=P_{ен}$ назад, движение в этом случае не происходит. В случае же $P_{ен}$, превосходящей силу трения, устройство перемещается вперед, с одновременным уплотнением асфальта.

Если рычаг 9 повернуть вперед, корпус 6 также повернется вперед, составляющая $P_{ен}$ силы инерции (рис. 3б) в этом случае направлена назад, и, соответственно, движение устройства будет назад.

Таким образом, устройство одновременно уплотняет асфальт и перемещается вперед или назад без силового участия оператора.

На рис. 4 показан опытный образец корпуса с подвижными звеньями 2, 3, 4 и 5, в устройстве угол α_2 равен 45° .

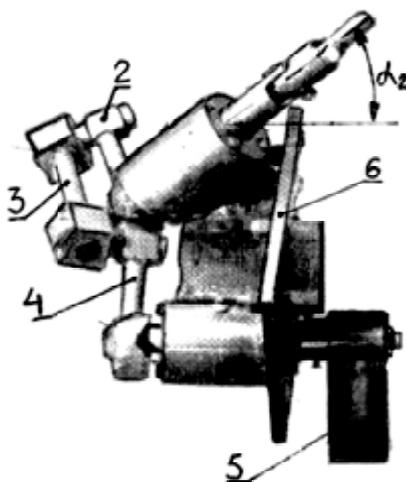


Рис. 4. Корпус устройства (иллюстрация авторов)

Регулирование силового импульса в устройстве можно осуществлять еще на стадии проектирования, т.е. назначая углы – α_1 и α_2 , и расстояния – l_1 и l_2 . Варианты параметров звеньев (α_1 , l_1), определенные по выражению (1), звена 3 и корпуса 6 (α_2 , $l_2=200$ мм) приведены в табл. 2 (l_2 принято равной 200 мм).

Таблица 2

Варианты параметров звеньев

№, пп	α_2 , град	α_1 , град	δ	l_1 , мм
1	30	15	2,59	25,36
2		20	4,64	34,20
3		25	10,48	42,26
4		28	27,71	46,14
5	45	15	1,42	73,20
6		20	2,08	96,71
7		25	2,99	119,53
8		30	4,44	141,42
9	60	15	0,96	59,77
10		20	1,35	78,98
11		25	1,80	97,60
12		30	2,36	115,47
13	90	15	0,53	51,76
14		20	0,73	68,40
15		25	0,93	84,52
16		30	1,15	100,00

Из табл. 2 видно, что наибольшее значение коэффициент δ неравномерности вращения дебаланса принимает при угле α_2 осей вращения звеньев 2 и 4 (осей корпуса б) и звена 3, равного 30 и 45⁰, угол α_1 – целесообразен от 20 до 30⁰.

При углах $\alpha_2=60^0$ и $\alpha_2=90^0$ степень неравномерности движения дебалансного груза мала и соответственно, малый эффект уплотнения.

Регулировать режим работы устройства можно частотой вращения ведомого и ведущего звеньев, увеличением массы дебалансного груза, а также общим весом устройства.

Ознакомиться с аналогичными устройствами можно в монографии [10].

Заключение

1. Тяжелую уплотнительную технику нецелесообразно использовать при ямочном ремонте дорожного полотна, а малогабаритные устройства российского производства недостаточно эффективны и известны в ограниченном числе. Возникла практическая потребность в создании новой высокоэффективной техники, в том числе уплотнительной.

2. Разработано самодвижущееся малогабаритное эффективное устройство, использующее направленный силовой инерционный импульс и самопередвижение при работе.

3. Устройство не только эффективно уплотняет с высоким качеством, но и обеспечивает от одного источника привода самопередвижение устройства без участия оператора.

Список библиографических ссылок

1. Шестопалов К. К. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. М. : Академия, 2009. 320 с.
2. Могилевич В. М. Дорожные одежды из цементогрунта. М. : Транспорт, 2002. 76 с.
3. Зубков А. Ф., Однолько В. Г. Технология строительства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. М. : Машиностроение, 2009. 224 с.
4. Мирсаяпов И. Т., Королева И. В., Сабирзянов Д. Д. Прочность и деформации глинистых грунтов при трехосном режимном чередующемся статическом и циклическом нагружении // Геотехника Беларуси: Наука и практика. 2013. С. 297–304.
5. Ушаков В. В., Ольховиков В. М. Строительство автомобильных дорог. М. : Академия, 2013. 536 с.
6. Al-Khateeb G. A new simplistic model for dynamic modulus predictions of asphalt paving mixtures // Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists. 2006. Vol. 75. 140 p.
7. Abu Abdo A. M. Sensitivity analysis of a new dynamic modulus ($|E^*|$) model for asphalt mixtures // Road materials and pavement design. 2012. Vol. 13. № 3. P. 549–555.
8. Kloubert H.-J. Basic principles of asphalt compaction. Boppard : Bomag GmbH. Hellerwald, 2009. 59 p.

9. Устройство для уплотнения грунта : пат. 2583802 Рос. Федерация. № 2015100377/03 ; заявл. 12.01.15 ; опубл. 10.05.16, Бюл. № 13. 5 с.
10. Мудров А. Г. Пространственные механизмы с особой структурой. Казань : РИЦ «Школа», 2003. 300 с.

Mudrov Alexander Grigorjevich

doctor of technical sciences, professor

E-mail: Alexmudrov42@rambler.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Mudrova Anna Alexandrovna

researcher

E-mail: annamudrova@mail.ru

Federal Service for Accreditation (Rosakkreditatsiya)

The organization address: 117312, Russia, Moscow, Vavilova st., 7

Self-propelled device for sealing of the roadway in the repair**Abstract.**

Problem statement. In our country, every year the number of cars and trucks that increase the load on the roadway, gradually deteriorating its quality. On the so-called «patching» annually spent a lot of money. The repair requires mobile equipment, including soil and asphalt seals. While this technique is limited in quantity and imperfect.

The purpose of the study is to develop a self – moving small-sized effective device for compacting the roadway during repair.

Results. As a result of the study, a new small-sized sealing device is proposed, which uses a directed force effect on the compacted soil or asphalt coating, which not only effectively seals, but also provides self-movement of the device without the participation of the operator.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry is to create a new small-sized effective device for compacting soil and asphalt used to repair destroyed sections of the road surface.

Keywords: roadbed, sealing device, patching, inertial force pulses.

References

1. Shestopalov K. K. Lifting and transport, construction and road machinery and equipment. M. : Academy, 2009. 320 p.
2. Mogilevich V. M. Of the pavement from cement ground. M. : Transport, 2002. 76 p.
3. Zubkov A. F., Odnolko V. G. The technology of construction of asphalt pavements of motor roads. M. : Mashinostroyeniye, 2009. 224 p.
4. Mirsayapov I. T., Koroleva I. V., Sabirzyanov D. D. Strength and deformation clay soils under three-axis regime alternating static and cyclic loading // Geotekhnika Belarusi: Nauka i praktika. 2013. P. 297–304.
5. Ushakov V. V., Olkhovikov V. M. Construction of highways. M. : Academia, 2013. 536 p.
6. Al-Khateeb G. A new simple model for dynamic modulus predictions of asphalt paving mixtures // Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists. 2006. Vol. 75. 140 p.
7. Abu Abdo A. M. Sensitivity analysis of a new dynamic modulus ($|E^*|$) model for asphalt mixtures // Road materials and pavement design. 2012. Vol. 13. № 3. P. 549–555.
8. Kloubert H.-J. Basic principles of asphalt compaction. Boppard : Bomag GmbH. Hellerwald, 2009. 59 p.
9. Device for soil compaction : patent 2583802 of the Rus. Federation. № 2015100377/03 ; decl. 12.01.15 ; publ. 10.05.16. Bull. in № 13. 5 p.
10. Mudrov A. G. Spatial mechanisms with a special structure. Kazan : EPC «Shkola», 2003. 300 p.

**ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ
ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
«ИЗВЕСТИЯ КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

Статья должна быть набрана в программе Microsoft Word (версия не ранее MS Word 97). Файл, названный именем автора статьи, представить с расширением RTF.

Параметры страницы:

- размер страницы – 297×210 мм (формат А4);
- поля: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, слева – 30 мм, справа – 30 мм;
- ориентация страницы – книжная.

Параметры форматирования текста:

- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта – 11 пт;
- абзацный отступ – 10 мм (не задавать пробелами);
- выравнивание – по ширине;
- заголовки полужирным шрифтом, с выравниванием по центру;
- междустрочный интервал – одинарный.

При наборе статьи исключить автоматический перенос слов. Запрещено уплотнение интервалов шрифта.

Объем публикации – не менее 5 полных страниц и не более 10 страниц самого текста. Иллюстративный материал не должен перегружать статью (не более 4 рис.).

Таблицы создать средствами Microsoft Word и присвоить им имена: Таблица 1, Таблица 2 и т.д. Название таблицы с порядковым номером (или номер таблицы без названия) располагается над таблицей. Текст таблицы должен быть набран шрифтом размером 10 пт с одинарным межстрочным интервалом.

Иллюстрации представить в основных графических форматах (tif, jpg, bmp, gif) с именами Рис. 1, Рис. 2 и т.д. Все объекты должны быть черно-белыми (градации серого), четкого качества. Выравнивание – по центру. Рекомендуемое разрешение – 300 dpi. Названия иллюстраций и подписи к ним набираются шрифтом размером 10 пт с одинарным межстрочным интервалом. **Не допускается** выполнение рисунков в редакторе Microsoft Word. Минимальный размер иллюстраций – 80×80 мм, максимальный – 170×240 мм.

Все формулы и символы набирать только в Microsoft Word. Для набора тех формул, которые невозможно набрать в Word, использовать встроенный в Microsoft Word редактор формул Microsoft Equation или Math Type. Формулы в статье, подтверждающие физическую суть исследования (процесса), представляются без развернутых математических преобразований. Формулы компонуются с учетом вышеуказанных полей (при необходимости использовать перенос формулы на следующую строку), помещаются по центру строки, в конце которой в круглых скобках ставится порядковый номер формулы (формулы и их порядковые номера – в таблицах с невидимыми границами). Ссылку на номер формулы в тексте также следует брать в круглые скобки. Следует применять физические величины, соответствующие стандарту СТ СЭВ 1052-78 (СН 528-80).

Иллюстрации, формулы, таблицы и ссылки на цитированные источники, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте. При этом, ссылка на литературные источники берётся в квадратные скобки.

Уникальность текста статьи должна составлять не менее 75 %.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 691.33

Иванов Иван Иванович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: ivanov@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

разделительный интервал

Современные строительные материалы

разделительный интервал

Аннотация

Текст аннотации (15-20 строк)

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, карбамидные пенопласты, модификация.

разделительный интервал

Текст статьи

разделительный интервал

Список библиографических ссылок

разделительный интервал

Ivanov Ivan Ivanovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ivanov@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

разделительный интервал

Modern building material

разделительный интервал

Abstract**Текст abstract** (15-20 строк)**Keywords:** thermal insulating materials, of carbamide foams, updating.
разделительный интервал**References**

*Перечень ссылок, переведённый на английский язык (названия издательств, журналов и фамилии не переводить – писать в латинской транскрипции).

Перечень библиографических ссылок обязателен!**Библиографические ссылки представить в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.****Примеры:**

1. Благовещенский Ф. А., Букина Е. Ф. Архитектурные конструкции. М. : Архитектура-С, 2011. 232 с.
2. Строганов В. Ф., Сагадеев Е. В. Введение в биоповреждение строительных материалов. Казань, 2015. С. 156–161.
3. Рахимов Р. З., Рахимова Н. Р., Гайфуллин А. Р., Морозов В. П. Дегидратация глин различного минерального состава при прокаливании // Известия КГАСУ. 2016. № 4 (38). С. 388–394.
4. Тезисы докладов : сб. научных трудов 68-й Всероссийской научной конференции, Казань, 2016. 357 с.
5. Абдрахманова Л. А., Ашрапов А. Х., Низамов Р. К., Хозин В. Г. Структурные факторы деформирования и разрушения нанокompозитов на основе поливинилхлорида : сб. ст. VIII академических чтений РААСН – Международной научно-технической конференции / КГАСУ. Казань, 2014. С. 8–11.
6. Способ изготовления стальной опоры многогранного сечения : пат. 2556603 Рос. Федерация. № 2014121172/03 ; заявл. 26.05.14 ; опубл. 10.07.15, Бюл. № 19. 5 с.
7. Доклад начальника Главного управления по делам печати Н. Татищева министру внутренних дел, 1913 г. // РГИА, Ф. 785. Оп. 1. Д. 188. Л. 307.
8. Гущин Б. П. Журнальный ключ : статья // ПФА РАН. Ф. 900. Оп. 1. Ед. хр. 23. 5 л.
9. Теория машин // PROGNOSIS.RU : ежедн. интернет-изд. 2010. URL: <http://www.prognosis.ru/logos.html> (дата обращения: 02.12.2016).

Примеры перевода перечня ссылок на английский язык:

1. Blagoveshchenskiy F. A., Bukina Ye. F. Architectural construction. M. : Architectura-C, 2011. 232 p.
2. Stroganov V. F., Sagadeyev Ye. V. Introduction to biodamage of building materials. Kazan, 2015. P. 156–161.
3. Rakhimov R. Z., Rakhimova N. R., Gayfullin A. R., Morozov V. P. Dehydration of clay of different mineral composition on ignition // Izvestiya KGASU. 2016. № 4 (38). P. 388–394.
4. Thesises of reports : proceedings of the 68th All-Russian scientific conference, Kazan, 2016. 357 p.
5. Abdrakhmanova L. A., Ashrapov A. Kh., Nizamov R. K., Khozin V. G. Structural factors of deformation and destruction of nanocomposites based on polyvinylchloride : dig. of art. VIII academic readings of RAACS – International scientific-technical conference / KGASU. Kazan, 2014. P. 8–11.
6. A method of making steel support of multi-faceted cross-section : patent 2556603 of the Rus. Federation. № 2014121172/03 ; decl. 26.05.2014; publ. 10.07.2015. Bull. in № 19. 5 p.
7. Report of chief of Central administrative of the Press N. Tatischev to the Minister of Internal Affairs, 1913 y. // RGIA, F. 785. Op. 1. D. 188. L. 307.
8. Guschin B. P. Journal key : article // PFA RAS. F. 900. Op. 1. St. un. 23. 5 sh.
9. Theory of machines // PROGNOSIS.RU : daily. internet-edit. 2010. URL: <http://www.prognosis.ru/logos.html> (reference date: 02.12.2016).

В список библиографических ссылок вносятся только опубликованные работы.

Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким. Аннотация (1 абзац от 500 до 1000 знаков с пробелами) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для самостоятельного опубликования.

В разделе «Введение» рекомендуется указать нерешенные ранее вопросы, сформулировать и обосновать цель работы и, если необходимо, рассмотреть ее связь с важными научными и практическими направлениями. Могут присутствовать ссылки на публикации последних лет в данной области, включая зарубежных авторов.

Основная часть статьи должна подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть освещены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными. Основная часть статьи должна делиться на подразделы (с разъяснительными заголовками) и содержать анализ последних публикаций, посвященных решению вопросов, относящихся к данным подразделам.

В разделе **«Заключение»** должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Язык публикации: русский или английский.

Подробные требования размещены на сайте журнала!

Если статья была или будет направлена в другое издание, необходимо сообщить об этом редакции. Ранее опубликованные статьи к рассмотрению не принимаются.

От авторов в редакцию журнала предоставляются следующие материалы:

- Два экземпляра статьи в четко распечатанном виде;
- Электронный вариант (Электронная версия статьи должна соответствовать варианту на бумажном носителе);
- Две рецензии (соответствующего уровня) от двух независимых организаций;
- Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись;
- Сопроводительное письмо в предлагаемой форме (см. сайт).

Материалы к публикации вложить в полиэтиленовый файл.

Датой поступления статьи считается день представления последнего из вышеуказанных материалов.

Представленные авторами научные статьи направляются на независимое закрытое рецензирование специалистам по профилю исследования, членам редакционной коллегии. Основными критериями целесообразности публикации являются новизна полученных результатов, их практическая значимость, информативность. В случае, когда по рекомендации рецензента статья возвращается на доработку, датой поступления считается день получения редакцией ее доработанного варианта. К доработанной статье в обязательном порядке прикладываются ответы на все замечания рецензента. Статьи, получившие отрицательные заключения рецензентов и не соответствующие указанным требованиям, решением редакционной коллегии журнала не публикуются и не возвращаются (почтовой пересылкой). Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей с сохранением авторского варианта научного содержания.

Журнал «Известия КГАСУ» выходит 4 раза в год, тиражом 500 экз. Журнал является подписным изданием и включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», индекс издания – 36939.

Авторы, являющиеся членами редколлегии и (или) подписчиками журнала, имеют преимущественное право на опубликование своих статей.

СТАТЬИ ПУБЛИКУЮТСЯ БЕСПЛАТНО.

Научная статья в полном объеме будет также размещена на официальном сайте «Известия КГАСУ» – электронном научном издании (ЭНИ) <http://izvestija.kgasu.ru/> (Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77-31046 от 25.01.2008).

Все материалы направлять по адресу: 420043, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1, ОПИР, комн. 79. Телефон (843) 510-46-39, 236-26-88 (тел./факс). E-mail: patent@kgasu.ru.

Банковские реквизиты:

КГАСУ

420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1

ИНН 1655018025 КПП 165501001

Сч. 40501810292052000002

в ГРКЦ НБ РТ Банка России г. Казань

БИК 049205001

Л/с 20116X06860

Указать назначение платежа: Код дохода: 0000000000000000130 реализация изд. деэт-ти.

Известия КГАСУ
2019 г., № 1 (47)

Гл. редактор: Низамов Р.К.
Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Макет и редактирование: Бибикина А.Р.

Адрес редакции: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1
Тел. для справок: (843) 510-46-39

Журнал зарегистрирован: Регистр. ПИ № ФС77-25136
Электронное периодическое издание: <http://izvestija.kgasu.ru> Регистр. Эл № ФС 77-31046
Федеральная служба
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия.
Индекс издания – 36939
Общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ»

Подп. к печати 27.03.2019
Заказ 34
Усл.-печ. л. 33,5

Формат 60×84/8
Бумага тип. № 1
Уч.-изд. л. 34,0

Тираж 500 экз.
I завод-100

Отпечатано в Издательстве КГАСУ, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1