

БГТУ им. В.Г. Шухова ISSN 2071-7318



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ВЕСТНИК БГТУ им. В.Г. ШУХОВА

№ 7, 2023 год

SCIENTIFIC AND THEORETICAL JOURNAL BULLETIN of BSTU named after V.G. Shukhov

Vol. 7. 2023

Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова научно-теоретический журнал

К рассмотрению и публикации в НТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова» принимаются научные статьи и обзоры по фундаментальным и прикладным вопросам в области строительства, архитектуры, производства строительных материалов и композитов специального назначения, химических технологий, машиностроения и машиноведения, освещающие актуальные проблемы отраслей знания, имеющие теоретическую или практическую значимость, а также направленные на внедрение результатов научных исследований в образовательную деятельность.

Журнал включен в утвержденный ВАК Минобрнауки России Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:

2.1.1.	_	Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)
2.1.3.	-	Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки)
2.1.5.	_	Строительные материалы и изделия (технические науки)
2.1.11.	-	Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (архитектура)
2.1.12.	_	Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (архитектура)
2.1.13.	_	Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (технические науки)
2.1.13.	_	Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (архитектура)
2.6.14.	_	Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (технические науки)
2.5.4.	_	Роботы, мехатроника и робототехнические системы (технические науки)
2.5.5.	_	Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)
2.5.6.	_	Технология машиностроения (технические науки)
2.5.21.	_	Машины, агрегаты и технологические процесс (технические науки)

Все поступающие материалы проходят научное рецензирование (двойное слепое). Рецензирование статей осуществляется членами редакционной коллегии, ведущими учеными БГТУ им. В.Г. Шухова, а также приглашенными рецензентами — признанными специалистами в соответствующей отрасли знания. Копии рецензий или мотивированный отказ в публикации предоставляются авторам и в Минобрнауки России (по запросу). Рецензии хранятся в редакции в течение 5 лет.

Редакционная политика журнала базируется на основных положениях действующего российского законодательства в отношении авторского права, плагиата и клеветы, и этических принципах, поддерживаемых международным сообществом ведущих издателей научной периодики и изложенных в рекомендациях Комитета по этике научных публикаций (СОРЕ).

Наименование органа,	Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,								
зарегистрировавшего	информационных технологий и массовых коммуникаций								
издание:	Регистрационный номер и дата принятия решения								
	о регистрации: ПИ № ФС77-80909 от 21 апреля 2021 г.								
Учредитель/Издатель:	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего								
	образования «Белгородский государственный технологический университет								
	им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова)								
	Россия, 308012, Белгородская обл., г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46								
Адрес редакции:	Россия, 308012, Белгородская обл., г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46,								
	БГТУ им. В.Г. Шухова, оф. 724/4 Гк								
Адрес типографии:	Россия, 308012, Белгородская обл., г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46,								
	Издательский центр БГТУ им. В.Г. Шухова								
Тел:	+7 (4722) 30-99-77								
E-mail:	VESTNIK@intbel.ru								
Официальный сайт	https://bulletinbstu.editorum.ru								
журнала:									
Подписка	Журнал распространяется бесплатно в открытом доступе и по подписке.								
и распространение	Подписной индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 44446. (+12)								
_	Online подписка: http://www.akc.ru/itm/2558104627/								
	Цена свободная.								
Подписан в печать	13.07.2023								
Выход в свет	27.07.2023								

Формат 60×84/8. Усл. печ. л. 12,67. Уч.-изд. л. 13,63. Тираж 40 экз. Заказ № 69

© ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», 2023

Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov scientific and theoretical journal

Scientific articles and reviews on fundamental and applied questions in the field of construction, architecture, productions of construction materials and composites of a special purpose, chemical technologies, machine building and engineering science covering the current problems of branches of knowledge having the theoretical or practical importance and also directed to introduction of research results in educational activity are accepted to be considered and published in the journal.

The journal is included in the list for peer-reviewed scientific publications approved by the Higher Attestation Commission under the Ministry of Science and Education of the Russian Federation, which should publish the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of Sciences, for the degree of Doctor of Sciences, for scientific specialties and relevant branches of science:

2.1.1.	_	Building structures, constructions and facilities (technical sciences)
2.1.3.		Heat supply, ventilation, air conditioning, gas supply and lighting (technical sciences)
2.1.5.	_	Building materials and products (technical sciences)
2.1.11.	_	Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical and architectural
		heritage (architecture)
2.1.12.	_	Architecture of buildings and structures. Creative concepts of architectural activity (architecture)
2.1.13.	_	Urban planning, rural settlement planning (technical sciences)
2.1.13.	_	Urban planning, rural settlement planning (architecture)
2.6.14.	_	Technology of silicate and refractory nonmetallic materials (technical sciences)
2.5.4.	_	Robots, mechatronics and robotic systems (technical sciences)
2.5.5.	_	Technology and equipment of mechanical and physical-technical processing (technical sciences)
2.5.6.	_	Engineering technology (technical sciences)
2.5.21.	_	Machines, aggregates and technological processes (technical sciences)

All arriving materials undergo scientific reviewing (double blind). Reviewing of articles is carried out by the members of editorial board, the leading scientists of BSTU named after V.G. Shukhov and by invited reviewers – recognized experts in the relevant branch of knowledge. Copies of reviews or motivated refusal in the publication are provided to the authors and to the Ministry of Science and Education of the Russian Federation (on request). Reviews are stored in the editorial office for 5 years.

The editorial policy of the journal is based on the general provisions of the existing Russian legislation concerning copyright, plagiarism and slander, and the ethical principles maintained by the international community of the leading publishers of the scientific periodical press and stated in the recommendations of the Committee on Publication Ethics (COPE).

Founder / Publisher:	Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State					
	Technological University named after V.G. Shukhov" (BSTU named after V.G. Shukhov)					
	46 Kostyukova street, Belgorod, 308012, Russian Federation					
Editorial office address:	46 Kostyukova street, Belgorod, 308012, Russian Federation					
	BSTU named after V.G. Shukhov, of. 724/4					
Printing house address:	46 Kostyukova street, Belgorod, 308012, Russian Federation					
	Publishing Center, BSTU named after V.G. Shukhov					
Tel:	+7 (4722) 30-99-77					
E-mail:	VESTNIK@intbel.ru					
Official website of the	https://bulletinbstu.editorum.ru					
journal						
Подписка	Subscription index in the united catalogue of "Press of Russia" – 44446.					
и распространение	Online subscription: http://www.akc.ru/itm/2558104627/					
Signed for printing:	13.05.2023					

Главный редактор

Евтушенко Евгений Иванович, д-р техн. наук, проф., первый проректор, Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Заместитель главного редактора

Уваров Валерий Анатольевич, д-р техн. наук, проф., директор инженерно-строительного института, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Члены редакционной коллегии

Айзенштадт Аркадий Михайлович, д-р хим. наук, проф., заведующий кафедрой композиционных материалов и строительной экологии Высшей инженерной школы, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (РФ, г. Архангельск). Ахмедова Елена Александровна, член-корр. РААСН, д-р арх., проф., заведующий кафедрой градостроительства Самарского государственного технического университета, Архитектурно-строительной академии (РФ, г. Самара). Благоевич Деян, РhD, проф. Высшей технической школы по про-

Благоевич Деян, PhD, проф. Высшей технической школы по профессиональному образованию в Нише (Республика Сербия, г. Ниш). Богданов Василий Степанович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой механического оборудования Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Борисов Иван Николаевич, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии цемента и композиционных материалов Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Братан Сергей Михайлович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии машиностроения Севастопольского государственного университета (РФ, г. Севастополь).

Бурьянов Александр Федорович, д-р техн. наук, проф. НИУ Московского государственныого строительного университета (РФ, г. Москва), исполнительный директор Российской гипсовой ассоциации (РФ, г. Москва).

Везенцев Александр Иванович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой общей химии Белгородского государственного национального исследовательского университета (РФ, г. Белгород).

Глаголев Сергей Николаевич, д-р экон. наук, ректор Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Грабовый Петр Григорьевич, д-р экон. наук, проф., заведующий кафедрой организации строительства и управления недвижимостью, НИУ Московского государственныого строительного университета (РФ, г. Москва).

Давидюк Алексей Николаевич, д-р техн. наук, директор НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство» (РФ, г. Москва).

Дуюн Татьяна Александровна, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии машиностроения Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Ерофеев Владимир Трофимович, академик РААСН, д-р техн. наук, проф., декан архитектурно-строительного факультета, заведующий кафедрой строительных материалов и технологий, директор НИИ «Материаловедение» Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарёва (РФ, Республика Мордовия, г. Саранск).

Зайцев Олег Николаевич, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Академии строительства и архитектуры – структурное подразделение Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (РФ, г. Симферополь). Ильвицкая Светлана Валерьевна, д-р арх., проф., заведующий кафедрой архитектуры Государственного университета по земле-

устройству (РФ, г. Москва). Кожухова Марина Ивановна, PhD, научный сотрудник кафедры гражданского строительства и охраны окружающей среды, Школа инжиниринга и прикладных наук, Университет Висконсин-Милуоки, штат Висконсин

Козлов Александр Михайлович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии машиностроения Липецкого государственного технического университета ($P\Phi$, г. Липецк).

Леонович Сергей Николаевич, иностранный член академик РААСН, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии строительного производства Белорусского национального технического университета (Республика Беларусь, г. Минск).

Лесовик Валерий Станиславович, чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой строительного материаловедения изделий и конструкций Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Лесовик Руслан Валерьевич, д-р техн. наук, проректор по международной деятельности, проф. кафедры строительного материаловедения изделий и конструкций Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Логачев Константин Иванович, д-р техн. наук, проф. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Мещерин Виктор Сергеевич, PhD, проф., директор института строительных материалов и заведующий кафедрой строительных материалов Дрезденского Технического Университета (Германия, г. Дрезден).

Меркулов Сергей Иванович, чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой промышленного и гражданского строительства Курского государственного университета (РФ, г. Курск).

Павленко Вячеслав Иванович, д-р техн. наук, проф., директор института химических технологий, заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Павлович Ненад, РhD, проректор по научной работе и издательской деятельности, проф. Машиностроительного факультета Государственного Нишского университета (Республика Сербия, г. Ниш). Перькова Маргарита Викторовна, д-р арх., проф., и.о. директора Высшей школы архитектуры и дизайна, Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (РФ, г. Санкт-Петербург).

Пивинский Юрий Ефимович, д-р техн. наук, проф., научный руководитель ООО «Научно-внедренческая фирма «КЕРАМБЕТ-ОГНЕУПОР» (РФ, г. Санкт-Петербург).

Потапов Евгений Эдуардович, д-р хим. наук, проф. МИРЭА – Российского технологического университета (РФ, г. Москва).

Рыбак Лариса Александровна, л-р техн. наук, проф. кафедры технологии машиностроения Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Савин Леонид Алексеевич, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой мехатроники, механики и робототехники Орловского государственного университет имени И.С. Тургенева (РФ, г. Орел).

Семенцов Сергей Владимирович, д-р арх., проф., заведующий кафедрой архитектурного и градостроительного наследия Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (РФ, г. Санкт-Петербург).

Сиваченко Леонид Александрович, д-р техн. наук, проф., кафедры транспортных и технологических машин Белорусского-Российского университета (Республика Беларусь, г. Могилев).

Соболев Константин Геннадьевич, PhD, проф. Университета Висконсин-Милуоки (штат Висконсин, Милуоки, США).

Смоляго Геннадий Алексеевич, д-р техн. наук, проф. кафедры строительства и городского хозяйств Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Строкова Валерия Валерьевна, проф. РАН, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой материаловедения и технологии материалов Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Тиратурян Артем Николаевич, д-р техн. наук, проф. кафедры автомобильных дорог, Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону).

Фишер Ханс-Бертрам, Dr.-Ing., Ваймар (Германия, г. Веймар).

Ханин Сергей Иванович, д-р техн. наук, проф. кафедры механического оборудования Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Шаповалов Николай Афанасьевич, д-р техн. наук, проф. Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Шубенков Михаил Валерьевич, академик РААСН, д-р арх., проф., заведующий кафедрой градостроительства, проректор по образованию в области градостроительства и урбанистики Московского архитектурного института (государственная академия) (РФ, г. Москва).

Юрьев Александр Гаврилович, д-р техн. наук, проф., кафедры теоретической механики и сопротивления материалов Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Япун Сергей Федорович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедры механики, мехатроники и робототехники Юго-Западного государственного университета (РФ, г. Курск).

CHIEF EDITOR

Evgeniy I. Evtushenko, Doctor of Technical Sciences, Professor; First Vice-Rector, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

DEPUTY OF CHIEF EDITOR

Valery A. Uvarov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

MEMBER OF EDITORIAL BOARD

Arkadiy M. Ayzenshtadt, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Russian Federation, Arkhangelsk).

Elena A. Akhmedova, Corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Architecture, Professor, Samara State Technical University, Academy of Construction and Architecture (Russian Federation, Samara).

Deyan Blagoevich, PhD, Professor, Higher Technical School of Professional Education in Nish (Republic of Serbia, Nish).

Vasiliy S. Bogdanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Ivan N. Borisov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Sergey M. Bratan, Doctor of Technical Sciences, Professor, Sevastopol State University (Russian Federation, Sevastopol).

Aleksandr F. Buryanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of civil engineering (National research university). (Russian Federation, Moscow).

Aleksandr I. Vezentsev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod National Research University (Russian Federation, Belgorod).

Sergey N. Glagolev, Doctor of Economic Sciences, Professor, Rector, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Petr G. Grabovy, Doctor of Economic Sciences, Professor, Moscow State University of Civil Engineering (National research University) (Russian Federation, Moscow).

Aleksey N. Davidyuk, Doctor of Technical Science, Director NIIZHB named after A.A. Gvozdeva AO «NIC «Stroitel'stvo» (Russian Federation, Moscow).

Tatyana A. Duyun, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Vladimir T. Erofeev, Academician of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute "Materials Science", National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev (Russian Federation, Republic of Mordovia, Saransk).

Oleg N. Zaytsev, Doctor of Technical Sciences, Professor, V.I. Vernadsky Crimean Federal University (Russian Federation, Simferopol).

Svetlana V. Il'vitskaya, Doctor of Architecture, Professor, State University of Land Use Planning (Russian Federation, Moscow).

Marina I. Kozhukhova, PhD, Research Scientist. Department of Civil Engineering and Environmental Protection, College of Engineering and Applied Science, University of Wisconsin-Milwaukee (USA).

Aleksandr M. Kozlov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Lipetsk State Technical University (Russian Federation, Lipetsk).

Valery S. Lesovik, Corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Ruslan V. Lesovik, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Sergey N. Leonovich, Foreign member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belarusian National Technical University (Republic of Belarus, Minsk).

Konstantin I. Logachev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Victor S. Meshcherin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Technical University of Dresden (TU Dresden), Director of the Institute of Building Materials and head of the department of building materials (Germany, Dresden).

Sergei I. Merkulov, Corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kursk State University (Russian Federation, Kursk).

Vyacheslav I. Pavlenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Margarita V. Per'kova, Doctor of Architecture, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (Russian Federation, Belgorod).

Nenad Pavlovich, PhD, Vice-rector for Scientific Work and Publishing Activities, Professor, Mechanical Engineering Faculty State University of Nish (Republic of Serbia, Nish).

Yuriy E. Pivinski, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the "Research and development company" KERAMBET-OGNEUPOR" (Russian Federation, Saint Petersburg).

Evgeniy E. Potapov, Doctor of Chemical Sciences, Professor, MIREA – Russian Technological University (Russian Federation, Moscow).

Larisa A. Rybak, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Leonid A. Savin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Orel State University named after I.S. Turgenev (Russian Federation, Orel).

Sergey V. Sementsov, Doctor of Architecture, Professor, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (Russian Federation, Saint Petersburg).

Leonid A. Sivachenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belarusian-Russian University (Republic of Belarus, Mogilev).

Konstantin G. Sobolev, PhD, Professor, University of Wisconsin-Milwaukee (USA).

Gennadiy A. Smolyago, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Valeriya V. Strokova, Professor of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Artem N. Tiraturyan, Doctor of Technical Sciences, Professor, Don State Technical University, (Russian Federation, Rostov-on-Don).

Hans Bertram Fischer, Dr.-Ing., Deputy Head of the Construction Materials Department, Bauhaus-University of Weimar (Bauhaus-Universität Weimar) (Germany, Weimar).

Sergey I. Khanin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Nikolai A. Shapovalov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Mikhail V. Spubenkov, Academician of the Russian Academy of Architecture and Construction, Doctor of Architecture, Professor, Moscow Institute of Architecture (State Academy) (Russian Federation, Moscow).

Aleksandr G. Yur'yev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Sergey F. Yatsun, Doctor of Technical Sciences, Professor, Southwest State University (Russian Federation, Kursk).

8

17

27

37

51

60

71

84

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА
Баранов А.А., Шанин А.О., Акулова М.В.
СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО КРЕМНЕЗЕМИСТОГО
КОМПОНЕНТА – ПЕРСПЕКТИВНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ

СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО КРЕМНЕЗЕМИСТОГО КОМПОНЕНТА – ПЕРСПЕКТИВНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗОБЕТОНА
Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Лукаш А.А., Швачко С.Н., Красный В.С.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ СТРУКТУРНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГИПСОДРЕВЕСНОГО КОМПОЗИТА ОТ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА

Тикунова С.В., Калинина Г.Н., Большаков А.Г., Орешкина С.Э., Шеремет А.А. ВИЗУАЛЬНЫЕ КОММУНИКАЦИИ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ

НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Качемцева Л.В., Леонидова Е.Н.

МУЗЕЙНАЯ АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ПЕРВОГО ПОСЛЕВОЕННОГО ДЕСЯТИЛЕТИЯ В Г. БЕЛГОРОДЕ (НА ПРИМЕРЕ КВАРТАЛА, ОГРАНИЧЕННОГО ПРОСПЕКТОМ

Б. ХМЕЛЬНИЦКОГО И УЛИЦАМИ ШЕВЧЕНКО, ПАРКОВОЙ)

Жданова И.В., Калинкина Н.А., Кузнецова А.А.

МУЗЕЙНАЯ АРХИТЕКТУРА В ЭПОХУ МУЛЬТИМЕДИА. НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ТИПОЛОГИИ

Колесников А.А., Грибков А.А.

ПРИНЦИП АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ВОСПИТАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ КООРДИНАЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ

Олейников А.А., Арслан М.И., Перцев В.В.

РЕНОВАЦИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ Г. БЕЛГОРОДА

Абрамова К.К., Баулина Е.Н.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ РУССКОГО СТИЛЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖ

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Михайлов А.Ю., Петровский Э.А., Павлова П.Л., Стрелков И.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НА ЛЕЖНОСТИ НЕФТЯВ

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Тимофеев С.П.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА БАНДАЖЕЙ ЦЕМЕНТНЫХ ПЕЧЕЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО МОДУЛЯ

100

91

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE	
Baranov A.A., Shanin A.O., Akulova M.V.	
PROPERTIES OF THE MODIFIED SILICA COMPONENT – A PROMISING	
RAW MATERIAL IN THE PRODUCTION OF AERATED CONCRETE	8
Lukuttsova N.P., Pykin A.A., Lukash A.A., Shvachko S.N., Krasnyy V.S.	
MATHEMATICAL MODELS OF THE DEPENDENCE OF THE STRUCTURAL	
AND DEFORMATION-STRENGTH PROPERTIES OF THE GYPSUM-WOOD	
COMPOSITE ON THE COMPONENT COMPOSITION	17
Tikunova S.V., Kalinina G.N., Bolshakov A.G., Oreshkina S.E., Sheremet A.A.	
VISUAL COMMUNICATIONS AND TOOLS OF A DIGITAL NAVIGATION SYSTEM	
IN THE CONTEXT OF URBANIZATION OF URBAN SPACE	27
Kachemtseva L.V., Leonidova E.N.	
ARCHITECTURAL FEATURES OF RESIDENTIAL DEVELOPMENT	
OF THE FIRST POST-WAR DECADE IN BELGOROD (ON THE EXAMPLE	
OF A QUARTER BOUNDED BY B. KHMELNITSKY AVENUE	
AND SHEVCHENKO AND PARKOVAYA STREETS)	37
Zhdanova I.V., Kalinkina N.A., Kuznetsova A.A.	
MUSEUM ARCHITECTURE IN THE AGE OF MULTIMEDIA.	
NEW APPROACHES IN TYPOLOGY	51
Kolesnikov A.A, Gribkov A.A.	
THE PRINCIPLE OF ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING EDUCATION	
OF SPECIALISTS INTERDISCIPLINARY COORDINATION AND REGULATION	
OF URBAN PLANNING POLICY ACTIVITIES	60
Oleinikov A.A., Arslan M.I., Percev V.V.	
RENOVATION OF URBAN TERRITORIES: PROBLEMS AND SOLUTIONS ON THE	
EXAMPLE OF BELGOROD	71
Abramova K.K., Baulina E.N.	
COMPOSITIONAL FEATURES OF THE RUSSIAN STYLE ARCHITECTURE	
OF THE CITY OF VORONEZH	84
MACHINE BUILDING AND	
MACHINE BUILDING AND	
ENGINEERING SCIENCE	
Mikhailov A.Yu., Petrovsky E.A., Pavlova P.L., Strelkov I.A.	
IMPROVING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF OIL WELLS	
IN THE FAR NORTH	91
Timofeev S.P.	
IMPROVING THE EFFICIENCY OF CEMENT FURNACE BANDAGES REPAIR	
TECHNOLOGY THROUGH THE USE OF A NEW PROCESSING MODULE DESIGN	100

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-8-16
¹,***Баранов А.А.**, ¹**Шанин А.О.**, ²**Акулова М.В.**¹ООО ПК «КУБИ БЛОК ЕГОРЬЕВСКИЙ»

²Ивановский государственный политехнический университет *E-mail: baranov.gazobeton@list.ru

СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО КРЕМНЕЗЕМИСТОГО КОМПОНЕНТА – ПЕРСПЕКТИВНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗОБЕТОНА

Аннотация. Научная статья относится к отрасли промышленности строительных материалов, а именно, к производству ячеистого бетона автоклавного твердения. Целью исследования являлось раскрытие потенциальных возможностей технологии изготовления газобетона. В качестве базовых переделов рассмотрены: подготовка кремнеземистого компонента, осуществляемая энергоемким и металлоемким способом – помолом в шаровой мельнице; резка массива-сырца с образованием горбушки – возвратных отходов, применение которых только в сырьевой смеси не позволяет получать максимальный технико-экономический эффект. Показано, что принципиально новый способ использования обратного шлама при измельчении кварцевого песка дает возможность изготавливать модифицированный кремнеземистый компонент. Дана оценка его свойств, которая позволила раскрыть механизм: повышения седиментационной и агрегативной устойчивости; смещения рН в сторону основности; наличия аморфизованной поверхности на частицах; увеличения степени диспергирования и приобретения активной составляющей по СаО. Выявлены изменения в химическом составе модифицированного кремнеземистого компонента по сравнению с базовым. Морфологический анализ показал формирование компонентов полиминерального состава и первичных новообразований силикатной системы. Преимущество получения и применения модифицированного кремнеземистого компонента заключается не только в повышении эффективности работы помольного участка, экономии вяжущих веществ, улучшение параметров процесса производства, перспективе роста эксплуатационных физико-механических характеристик готовой продукции, но и в отсутствии необходимости существенных изменений технологических переделов действующих линий изготовления газобетона.

Ключевые слова: газобетон, кремнеземистый компонент, седиментационная устойчивость, удельная поверхность, активность по CaO, химический состав, морфология.

Введение. В России на предприятиях по производству газобетона автоклавного твердения в качестве кремнеземистого компонента (КК) преимущественно используется кварцевый песок. При этом в составе сырьевой смеси он занимает не менее 50 % по массе [1, 2]. Согласно классификации Боженова П.И. кремнеземосодержащий естественный песок входит в группу механически активного сырья [3]. Основные требования, предъявляемые к нему для подтверждения пригодности к применению, отмечены многими авторами [1, 4, 5]. Однако, немаловажным является еще и качество подготовки исходного материала.

На современных производственных линиях КК в ячеистобетонную смесь чаще поступает в виде песчаного шлама. Специфика его изготовления и использования в виде суспензии имеет ряд недостатков. Кузнецов Ю.С. [6] отмечает проблемы оптимальной гомогенизации, кинетической и агрегативной устойчивости шлама, а также энергоемкость процесса помола. Таубе П.Р. [7] выделяет, что насыщение КК железом, образующимся в результате истирания мелющих тел, снижает долговечность газобетона.

Авторы исследования в работе [8] показывают способ получения модифицированного кремнеземистого компонента (МКК), позволяющий снизить перечисленные отрицательные факторы. Он заключается в разделении возвратных отходов горбушки (обратный шлам – ОШ) на две составляющие. Одна часть, как и при стандартной технологии изготовления газобетона, подается непосредственно в заливочную смесь в качестве сырьевого компонента. Вторая часть используется при мокром помоле кварцевого песка в шаровой мельнице. В ранее выполненном исследовании [9] дана оценка качественных характеристик базовых песчаного и обратного шламов. Анализ их значений выявил свойства МКК, требующие рассмотрения.

В данной работе цель — раскрытие потенциальных возможностей технологии изготовления газобетона за счет повышения эффективности использования возвратных отходов. Задачи — оценить изменения седиментационной и агрегативной устойчивости песчаного шлама; определить причинно-следственные связи поверхностной аморфизации и механоактивации частиц

кварцевого песка; установить содержание активного CaO. Объектом изучения выступал процесс измельчения КК с дополнительным введением ОШ. Предметом исследования являлась оценка свойств МКК.

Материалы и методы. Научная работа проведена на предприятии ООО ПК «КУБИ БЛОК ЕГОРЬЕВСКИЙ» Московская обл., г. Егорьевск.

В качестве КК использовался кварцевый песок карьера «Есино» Московская обл., г. Электросталь с характеристиками, приведенными в таблице 1.

Применяемый в апробации ОШ получен при резке массива-сырца плотностью D600. Его характеристики указаны в таблице 2.

Таблица 1

Качественные характеристики кварцевого песка

Насыпная плотность, кг/м ³ Влажность, %		Остаток на сите 0.63, %	Модуль крупности	Содержание глинистых, илистых и пылевидных частиц, %
1,58	1,8	15,19	1,96	0,88

Таблица 2

Качественные характеристики обратного шлама

Плотность, кг/м ³	Удельная поверхность, м ² /кг	Водородный показатель	Содержание активного СаО, %
1310	618,4	9,77	17,2

При приготовлении МКК подавали ОШ в количестве $4,25\pm0,25$ м³/час, что при плотности 1310 кг/м³ соответствует 5.57 ± 0.33 т/час (в свою очередь при истинной плотности 2480 кг/м^3 соответствует 2,10-2,36 т/час твердого вещества и 3,14-3,54 т/час воды). Помол в среде воды и ОШ осуществлялся в промышленной шаровой мельнице Cemtec (Австрия) с параметрами: рабочая камера Ø 2,5 м и L 8,0 м; загрузка шарами фракции 10-40 мм 25-27 %; число оборотов 21 об/мин; производительность по сухому компоненту 29 т/час. Для достижения требуемой плотности МКК дополнительную воду вводили в количестве 5,5 т/час (8,64-9,04 т/час с учетом доли воды из ОШ). Базовая подача воды при помоле КК на испытаний составляла момент 9,5 т/час.

Седиментационная устойчивость определялась по динамике изменения высот осветленного слоя и осадка в мерных цилиндрах объемом 500 мл без механического воздействия, при комнатной температуре, за равные промежутки времени.

Показатель активности ионов водорода фиксировали рН-метром рН-150МИ (Россия) потенциометрическим методом измерения.

Степень диспергирования оценивалась по величине удельной поверхности на приборе ПСХ-12 (Россия), работа которого основывается на методе газопроницаемости Козени-Кармана. Подготовка пробы выполнена по методике MASA-Henke, позволяющей учитывать агрегацию частиц при сушке как постоянный фактор. Шлам распределялся минимальным тонким слоем по всей площади чаши выпарительной

ГОСТ 9147-80 и сушился при температуре 105 ± 5 °C до постоянной массы. Соскоб порошка для навески выполнялся с чаши резиновым пестиком без чрезмерного воздействия. При испытании температура воздуха 23-24 °C, вязкость воздуха 0,000183 П. Абсолютная погрешность результатов $\pm0,45$ м²/кг, относительная погрешность $\pm0,1$ %. Для расчета массы навески были определены истинные плотности порошков прибором Ле-Шателье.

Изменение содержания активного CaO выполнено методом титрования в присутствии индикатора фенолфталеина раствором HCl 1н.

Количественный анализ, выраженный в массовом проценте элемента в виде оксида Ox-Wt%, определялся на спектрометре Bruker S8 Tiger (Германия) с волновой дисперсией WDS. Образцы в виде стеклянных дисков (рецепт: 1,25 г исследуемого образца + 10 г борного флюса (66 % тетрабората лития + 34 % метабората лития + 0,2 % бромида лития)) изготовлены в газовой печи с быстрым охлаждением расплава.

Изучение морфологии поверхности частиц выполнено на сканирующем электронном микроскопе LEO-1430 VP (Карл Цейс, Германия) в условиях высокого вакуума с использованием 4QBSD детектора обратноотраженных электронов; ускоряющее напряжение ЕНТ 20 кВ; фокусное расстояние от детектора — WD. Предварительно образцы наклеивали на медные пластины с помощью двухстороннего электропроводного скотча и напыляли платиной в атмосфере аргона (0,1—0,2 мбар) в камере катодного напыления установки Bal-Tec SCD 005 (Бальцерс, Лихтенштейн) в течение 130 сек.

Основная часть. Вода является сильной поверхностно активной средой при помоле кварцевого песка — гидрофильного тела. Она, проникая в зоны предразрушений, препятствует смыканию дефектов в виде микротрещин. Расклинивающий эффект положительно влияет на кинетику измельчения [10, 11]. Однако, в среде воды с долей ОШ диспергирование КК проходит рациональнее.

ОШ, как система продуктов гидратации цемента и извести в виде $CaO-SiO_2-H_2O$ и $Ca(OH)_2$, а также активной части CaO, имеет специфические свойства и по отношению к помолу КК выступает в роли добавки полифункционального действия.

Известно [6], что для повышения седиментационной устойчивости суспензии необходимо стремиться к снижению водоотделения. Для агрегативной устойчивости требуется уменьшить коагуляцию системы. В работе [12] установлено, что использование молотых отходов газобетона (аддитива) повышает водопотребность песчаного шлама. По данным [13, 14] поверхность зерен кварца при трении приобретает общий отрица-

тельный заряд, как и цемент в процессе гидратации. У ОШ за счет механического многократного воздействия в шаровой мельнице с полностью непрореагировавших частиц вяжущих срывается оболочка и обнажаются активные слои. Их дополнительное взаимодействие с водной средой увеличивает и без того развитую поверхность.

В настоящем исследовании установлено, что МКК обладает наиболее стабильной структурой, чем КК (рис. 1). Данное наблюдение коррелирует с ожидаемыми изменениями, происходящими при введении в помол доли ОШ. Седиментационная устойчивость модифицированного песчаного шлама к 90 минуте на 16,7 % лучше, чем у базового. Через 960 минут разница составила 22,2 %. При этом следует уточнить, что за наихудшее значение принята высота осветленного слоя при расслоении КК к 16 часам. Дальнейшие изменения от времени наблюдения были несущественны и ими можно пренебречь. Анализируемый интервал от 0 до 90 минут выбран, так как именно в это время на этапе заливки и созревания газобетонной смеси важна ее гомогенность, поскольку формируется макроструктура ячеистого бетона.

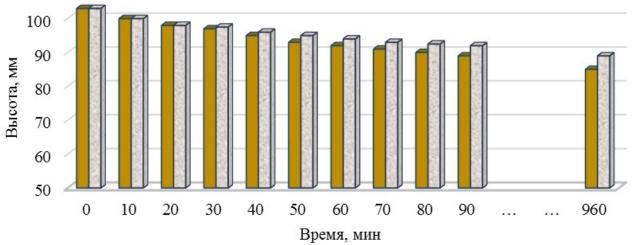


Рис. 1. Зависимость высот осветленного слоя и осадка КК и МКК от длительности наблюдения \blacksquare Осадок КК с $\rho = 1740$ кг/м³; \blacksquare Осадок МКК с $\rho = 1730$ кг/м³

Общий положительный эффект изменения устойчивости у МКК обусловлен уменьшением количества свободной воды в системе, увеличением содержания мелкодисперсной фракции во взвешенном состоянии и повышением доли одноименно заряженных частиц.

Снижение расслаиваемости МКК также происходит благодаря возникающим хемосорбционным связям, а преодоление тенденции к агрегации — за счет образующихся электрических потенциалов и двойных слоев. В [15] отмечено, что для системы с очень мелкими частицами кремнезема нижней границей области стабильности является рН 7. $Ca(OH)_2$ и SiO_2 при совместном помоле в H_2O подвержены физико-химическому взаимодействию, что приводит к появлению ионной оболочки. На поверхности кварца адсорбируется гидроксил ион, а на определенном расстоянии от частицы располагается заряженное и уравновешенное облако из катионов. Увеличение удельной поверхности в дисперсной системе приводит к росту концентрации противоионов двойного слоя [6]. Нарастание активности Ca^+ с повышением рН до 9 отражено у Клименко В.Г. [16]. За счет поступления из ОШ щелочных остатков путем восстановительной реакции про-

исходит смещение раствора в сторону основности [17]. Получаемый МКК приобретает рН 9,12 вместо нейтрального, который присущ базовому КК.

При помоле в шаровой мельнице поверхности частиц подаваемых компонентов взаимодействуют как друг с другом, так и со средой. ОШ, благодаря начальной высокой дисперсности, обеспечивает хороший и интенсивный контакт с КК. Айлер Р.К. [18, 19] использует понятия «кажущаяся растворимость» и «катализатор растворимости». Именно гидроксил ион в щелочных растворах является единственным в своем роде катализатором для КК. На первом этапе происходит адсорбция иона ОН после чего поверхностный атом кремния переходит в раствор в виде силикат иона. Так как pH > 9, то он гидролизуется с образованием молекул растворимого кремнезема Si(OH)₄ и ионов ОН⁻. Затем процесс повторяется снова, а одновременное перемешивание и помол этому способствуют. При этом более тонкие частицы имеют большую толщину растворимого слоя, который можно трактовать как образование аморфной нарушенной структуры.

При изготовлении МКК отмечено снижение количества используемой воды до 8,64 т/час, что на 9,05 % меньше по сравнению с 9,50 т/час при производстве КК. Основным критерием, по которому оценивали и регулировали подачу воды на помол, являлась плотность получаемого песчаного шлама. Как для базового, так и для модифицированного целевой показатель, в соответствии

$$W(CaO) = \frac{W_{CaO,u_{36}} \times P_{u_{36}} + W_{CaO,u_{6M}} \times P_{u_{6M}} + W_{CaO,o6p.uu_{7}} \times P_{o6p.uu_{7}}}{P}, \tag{1}$$

где $W_{CaO, \mu 3B}$ — содержание активного CaO в извести, %; $W_{CaO, \mu em}$ — содержание активного CaO в цементе, %; $W_{CaO, oбp. mn}$ — содержание активного CaO в обратном шламе, %; $P_{\mu 3B}$ — масса извести в смеси, кг/м³; $P_{\mu em}$ — масса цемента в смеси, кг/м³; $P_{oбp. mn}$ — масса обратного шлама в смеси (по сухому веществу), кг/м³; P_{cyx} — масса сухих компонентов в смеси, кг/м³.

Учитывая специфику изготовления МКК, в ходе апробации была определена его активность по СаО. Значение установлено для пробы, отобранной после намола целого шламбассейна в момент усреднения. Содержание активного СаО

$$W(CaO) = \frac{W_{CaO, \text{изв}} \times P_{\text{изв}} + W_{CaO, \text{цем}} \times P_{\text{цем}} + W_{CaO, \text{обр.шл}} \times P_{\text{обр.шл}} + W_{CaO, \text{мкк}} \times P_{\text{мкк}}}{P_{\text{сух}}},$$
 (2)

где $W_{CaO,\text{MKK}}$ — содержание активного CaO в МКК, %; P_{MKK} — масса МКК в смеси (по сухому веществу).

При оценке химического состава КК [1, 4, 5] принято уделять внимание содержанию общего и не связанного кремнезема, примесей глинозема, слюды и полевого шпата, наличию щелочей и солей, а также потере массы при прокаливании.

с технологическим регламентом, находился на уровне 1720±20 кг/м³. Предположено, что капсуляция твердых частиц у МКК сопровождается снижением толщины оболочки воды. Это улучшает условия формирования аморфизованного слоя и свободных связей, обуславливающих наличие активных центров. Но образование новых поверхностей приводит к значительному расходу части воды на их смачивание. Факторы, влияющие на вязкость шлама, отмечены в работе [20]. Вязкость МКК несколько выше, чем КК. Однако промышленная апробация показала, что гомогенизация в шламбассейне и подача насосом Меtso (Италия) не выявили ухудшений в технологическом процессе производства газобетона.

Важной характеристикой кремнеземосодержащих компонентов является наличие активного кремнезема, который предопределяет реакционную способность взаимодействия с вяжущими в сырьевой смеси. Оценка степени активации возможна по пуццолановой и гидравлической активности [21]. Для МКК данные методики не подходят в силу особенности его получения в среде воды с долей ОШ. Но именно о лучшей механоактивации частиц говорит тот факт, что удельная поверхность КК 204,5 м²/кг, а МКК 247,9 м²/кг при прочих равных условиях помола (истинная плотность КК – 2650 кг/м³, МКК – 2570 кг/м³).

В диссертации Кафтаевой М.В. [22] предложен расчет общей активности сырьевой смеси с учетом вносимой доли СаО возвратными отходами (формула 1).

у МКК составило 0,85 %. Таким образом, отмечено, что МКК, в отличие от КК, перестает быть инертным компонентом на этапе заливки газобетонной смеси. Активность МКК по СаО предопределяется остаточной активностью по СаО у ОШ, плотностью и количеством подаваемого ОШ на помол КК и продолжительностью их взаимодействия. Несмотря на незначительный процент активного СаО, большой вес МКК (в количественном выражении) в составе ячеистобетонной смеси позволяет регулировать общую активность. В связи с этим предложенный Кафтаевой М.В. расчет примет вид (формула 2).

Производители современных технологических линий по изготовлению газобетона декларируют свои требования [23, 24]. В таблице 3 приведен химический состав базовых ОШ, КК и полученного на их основе МКК.

МКК по химическому составу отвечает требованиям как отечественных, так и зарубежных

нормативных источников. Количественный анализ основных оксидов подтверждает комплексную механохимическую модификацию КК долей ОШ. Прослеживается увеличение СаО и снижение SiO₂. Потери при прокаливании МКК стоит

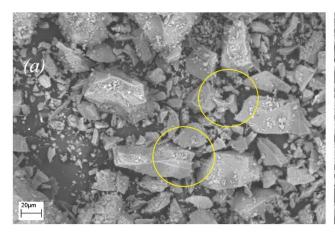
интерпретировать как улетучивание химически связанной воды из компонентов ОШ, а не как выгорание органических веществ, характерных для кк

Таблица 3

T 7			
Химический	COCTAB	HITOMORLIV	Macc

Можорион		Содержание оксидов, %										
Материал	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO_3	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	п.п.п
КК	96,65	0,97	0,59	0,83	0,09	0,70	0,44	0,33	0,02	0,10	0,02	0,57
ОШ	69,14	1,20	0,78	19,78	0,75	0,86	0,14	0,20	0,04	0,08	0,03	8,74
МКК	95,63	1,10	0,67	1,84	0,14	0,62	0,45	0,34	0,02	0,10	0,02	1,01

Необходимость применения кремнеземсодержащего сырья с повышенной степенью реакционного взаимодействия для наиболее полного использования эффекта гидратационного твердения СаО в силикатной системе отмечена у Строковой В.В. [25]. Оптимальный гранулометрический состав кварцевого песка для повышения эффективности производства, а также улучшения механических свойств газобетона приведен в работе [26]. Вероятность образования первичных гидросиликатов кальция при тонком совместном измельчении извести и влажного песка показана у Кудеяровой Н.П. [27]. В настоящем исследовании выявлено, что у МКК дисперсность частиц твердой фазы значительно выше, чем у базового КК. Он обладает и более развитой морфологией поверхности (рис. 2).



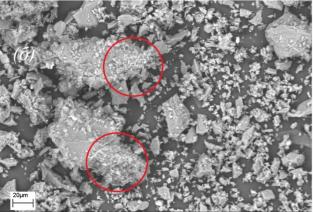


Рис. 2. Морфология поверхности КК (а) и МКК (б)

Стандартный КК имеет обширные участки обнаженных зерен кварца – достаточно крупных, с размером более 10 мкм. Микроструктурные особенности МКК характеризуются наличием явных следов растворения и новообразований. Наблюдается поверхностный слой в виде намола компонентов ОШ на частицы КК. Прослеживаются межчастичные контакты. Тончайшая оболочка обеспечивает разрыхление, активирование и химическое сходство МКК с будущими компонентами сырьевой ячеистобетоной смеси. Зерна кварца менее заметны в общей массе ковра из хлопьевидных агрегатов, формирующих разветвленную сеть образованного вещества.

Выводы. Внедрение технологии изготовления модифицированного кремнеземистого ком-

понента способствует повышению эффективности работы помольного участка. А именно, появляется возможность увеличить производительность мельницы на 2–4 т/ч без ухудшения качественных показателей песчаного шлама, или уменьшить расход мелющих тел на 15 % и снизить затраты электроэнергии на 20 кВт/ч с сохранением удельной поверхности на уровне базовой.

Активность по CaO модифицированного кремнеземистого компонента и ее учет при расчете требуемой общей активности заливочной смеси позволяет снизить расход извести и/или цемента. Применение обратного шлама в помоле кварцевого песка дает возможность получить от возвратных отходов, как от сырья, максимальный

технико-экономический эффект. Потенциал вяжущей композиции при этом будет использоваться в полной мере.

Увеличение удельной поверхности, повышение седиментационной и агрегативной устойчивости, поверхностная аморфизация частиц, образование первичных гидросиликатов кальция — приобретаемые свойства модифицированного кремнеземистого компонента позволяют спрогнозировать перспективность его применения при производстве газобетона автоклавного твердения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Кузнецова Г.В., Морозова Н.Н. Технология силикатных стеновых ячеистых материалов автоклавного твердения: учебное пособие. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Казань, 2016. 120 с.
- 2. Martin Homann. Porenbeton handbuch. Planen und bauen mit system. 7. Auflage. Berlin, 2018. 239 p.
- 3. Боженов П.И. Технология автоклавных материалов. М.: Стройиздат. 1978. 367 с.
- 4. Сажнев Н.П., Сажнев Н.Н., Сажнева Н.Н., Голубев Н.М. Производство ячеистобетонных изделий: теория и практика. Минск: Стринко. 2010. 464 с.
- 5. Мартыненко В.А., Морозова Н.В. Справочник специалиста лаборатории завода по производству газобетонных изделий. Днепропетровск: ПГАСА. 2009. 308 с.
- 6. Кузнецов Ю.С., Новокрещенова С.Ю. К проблеме перемешивания сырьевых шламов в производстве композиционных строительных материалов // Десятые академические чтения РА-АСН, ПГУАС. 2006. С. 263–265.
- 7. Вылегжанин В.П., Пинскнер В.А. Перспективы развития технологии производства автоклавного газобетона // Сб. докладов научнопрактической конференции «Современный автоклавный газобетон». Санкт-Петербург, 2015. С. 14–15.
- 8. Баранов А.А., Акулова М.В. Получение модифицированного кремнеземистого компонента в промышленных условиях при производстве газобетона // Информационная среда вуза: материалы XXIII Международной научно-технической конференции. Иваново, 2016. С. 60–64.
- 9. Баранов А.А., Шанин А.О. Оценка качественных характеристик песчаного и возвратного шламов, используемых при производстве газобетона // Современное строительство и архитектура. 2023. № 1 (32). С. 9–13. DOI: 10.18454/mca.2023.1.32.002

- 10. Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. М.: Стройиздат. 1972. 239 с., ил.
- 11. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. М.: Наука. 1979. 379 с.
- 12.Морозова Н.Н., Кузнецова Г.В., Клоков В.В. Влияние гидросиликатов на свойства песчаного шлама в производстве газобетона автоклавного твердения // Инновационная наука. 2016. №5 С. 137—140.
- 13.Пат. № 2205811, Российская Федерация, МПК С04В 38/00, С04В 20/10. Способ активации молотого кварцевого песка для производства ячеистых бетонов / Г.В. Макридов, С.Ф. Коренькова; заявитель и патентообладатель Самарская государственная архитектурно-строительная академия. № 2001119795/03; заявл. 16.07.2001; опубл. 10.06.2003, Бюл. № 16. 8 с.
- 14. Кудеярова Н.П. Твердение композиционных вяжущих с использованием техногенных продуктов: учебное пособие. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2016. 120 с.
- 15. Venkataraman M. The effect of colloidal stability on the heat transfer characteristics of nanosilica dispersed fluids. University of Central Florida, 2005. 93 p.
- 16. Клименко В.Г., Павленко В.И. Влияние рН жидкости затворения на прочностные свойства гипсовых вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №5. С. 16–20.
- 17. Сидорова О.Г., Вернигорова В.Н., Саденко С.М. Кинетические особенности системы СаО-SiO₂-H₂O в бетонной смеси // Вестник магистратуры. 2014. №11 (38). Том 1. С. 88–90.
- 18. Айлер Р.К. Химия кремнезема: растворимость, полимеризация, коллоидные и поверхностные свойства, биохимия: Пер. с англ. М.: Мир. 1982. Ч. 1. 416 с.
- 19. Айлер Р.К. Химия кремнезема: растворимость, полимеризация, коллоидные и поверхностные свойства, биохимия: Пер. с англ. М.: Мир. 1982. Ч. 2. 712 с.
- 20.Kim J., Choi S., Jeong J. Applicability of stone powder sludge as a substitute material for quartz sand in autoclaved aerated concrete. The Korea institute of building construction. Vol. 17. No. 1. 2017. Pp. 111–117.
- 21. Долотова Р.Г., Смиренская В.Н., Верещагин В.И. Оценка активности низкокремнеземистого сырья и его пригодности в качестве заполнителя ячеистого бетона // Строительные материалы. 2008. № 1. С. 40–42.
- 22. Кафтаева М.В. Теоретическое обоснование основных переделов технологии производ-

ства ячеистых силикатных материалов автоклавного твердения: дис. док. техн. наук. Белгород, 2013. 215 с.

23. Косенко Н.Ф., Моисеев П.И. Химия и технология автоклавного ячеистого бетона: учебное пособие. Ивановский государственный химикотехнологический университет. Иваново, 2014. 273 с.

24.Labormethoden für das Porenbeton-Betriebslabor. MASA-Henke Maschinenfabrik. 2010. 82 p.

25.Пат. № 2448929, Российская Федерация, МПК С04В 38/02, В82В 1/00. Сырьевая смесь и способ ее получения для наноструктурированного автоклавного газобетона / В.В. Строкова; заявитель и патентообладатель Государственное

образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова». № 2010136094/03; заявл. 01.09.2010; опубл. 27.04.2012, Бюл. №12. 12 с.

26.Matsushita F., Aono Y., Shibata S. Particles size distribution of quartz sand for AAC production. Cement Wapno Beton. 2011. Pp. 7–11.

27. Кудеярова Н.П. Кинетика автоклавного твердения известковопесчаного вяжущего при изменении условий гашения извести // Сб. докладов Международной конференции. Белгород: БелГТАСМ, 1997. С. 79–83.

Информация об авторах

Баранов Александр Алексеевич, главный технолог. E-mail: baranov.gazobeton@list.ru. ООО ПК «КУБИ БЛОК ЕГОРЬЕВСКИЙ». Россия, 140301, Московская обл., г. Егорьевск, ул. Меланжистов, д. 3Б.

Шанин Александр Олегович, ведущий инженер технолог. E-mail: shanin.a@cubi-block.ru. ООО ПК «КУБИ БЛОК ЕГОРЬЕВСКИЙ». Россия, 140301, Московская обл., г. Егорьевск, ул. Меланжистов, д. 3Б.

Акулова Марина Владимировна, доктор технических наук, профессор, советник РААСН, заведующая кафедрой Архитектуры и строительных материалов. E-mail: m_akulova@mail.ru. Ивановский государственный политехнический университет. Россия, 153000, Ивановская обл., г. Иваново, Шереметевский проспект, д. 21.

Поступила 03.04.2023 г.

© Баранов А.А., Шанин А.О., Акулова М.В., 2023

¹,*Baranov A.A., ¹Shanin A.O., ²Akulova M.V.

¹LLC PC «KUBI BLOCK YEGORYEVSKY»

²Ivanovo State Polytechnic University

*E-mail: baranov.gazobeton@list.ru

PROPERTIES OF THE MODIFIED SILICA COMPONENT – A PROMISING RAW MATERIAL IN THE PRODUCTION OF AERATED CONCRETE

Abstract. The scientific article relates to the building materials industry, namely, to the production of autoclaved cellular concrete. The purpose of the study was to reveal the potential possibilities of aerated concrete manufacturing technology. The following are considered as basic processing stages: preparation of the silica component, carried out by an energy-intensive and metal-intensive method - grinding in a ball mill; cutting of the raw mass with the formation of a crust - recyclable waste, the use of which only in the raw mixture does not allow obtaining the maximum technical and economic effect. It is shown that a fundamentally new method of using reverse sludge when grinding quartz sand makes it possible to manufacture a modified silica component. An assessment of its properties was given, which made it possible to reveal the mechanism: increase in sedimentation and aggregative stability; pH shift towards basicity; the presence of an amorphous surface on the particles; increasing the degree of dispersion and the acquisition of the active component in CaO. Changes in the chemical composition of the modified silica component compared to the base component were revealed. Morphological analysis showed the formation of components of the polymineral composition and primary neoplasms of the silicate system. The advantage of obtaining and using a modified silica component is not only in increasing the efficiency of the grinding section, saving binders, improving the parameters of the production process, the prospect of increasing the operational physical and mechanical characteristics of the finished product, but also in the absence of the need for significant changes in technological conversions of existing lines for the production of aerated concrete.

Keywords: aerated concrete, silica component, sedimentation stability, specific surface area, CaO activity, chemical composition, morphology.

REFERENCES

- 1. Kuznetsova G.V., Morozova N.N. Technology of silicate cellular wall materials of autoclave hardening: textbook [Tekhnologiya silikatnyh stenovyh yacheistyh materialov avtoklavnogo tverdeniya: uchebnoe posobie]. Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. Kazan, 2016. 120 p. (rus)
- 2. Martin Homann. Porenbeton handbuch. Planen und bauen mit system. 7. Auflage. Berlin, 2018. 239 p.
- 3. Bozenov P.I. Technologie von Autoklavenmaterialien [Tekhnologiya avtoklavnyh materialov]. Moscow: Stroyizdat. 1978. 367 p. (rus)
- 4. Sazhnev N.P., Sazhnev N.N., Sazhneva N.N., Golubev N.M. Production of cellular concrete products: theory and practice [Proizvodstvo yacheistobetonnyh izdelij: teoriya i praktika]. Minsk: Strinko. 2010. 464 p. (rus)
- 5. Martynenko V.A., Morozova N.V. Handbook of the laboratory specialist of the plant for the production of aerated concrete products [Spravochnik specialista laboratorii zavoda po proizvodstvu gazobetonnyh izdelij]. Dnepropetrovsk: PGASA. 2009. 308 p. (rus)
- 6. Kuznetsov Yu.S., Novokreschenova S.Yu. On the problem of mixing raw sludge in the production of composite building materials [K probleme peremeshivaniya syr'evyh shlamov v proizvodstve kompozicionnyh stroitel'nyh materialov]. Desyatye akademicheskie chteniya RAASN, PGUAS. 2006. Pp. 263–265. (rus)
- 7. Vylegzhanin V.P., Pinskner V.A. Prospects for the development of autoclaved aerated concrete production technology [Perspektivy razvitiya tekhnologii proizvodstva avtoklavnogo gazobetona]. Sb. dokladov nauchno-prakticheskoj konferencii «Sovremennyj avtoklavnyj gazobeton». Saint Petersburg, 2015. Pp. 14–15. (rus)
- 8. Baranov A.A., Akulova M.V. Obtaining a modified silica component in industrial conditions in the production of aerated concrete [Poluchenie modificirovannogo kremnezemistogo komponenta v promyshlennyh usloviyah pri proizvodstve gazobetona]. Informacionnaya sreda vuza: materialy XXIII Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii. Ivanovo, 2016. Pp. 60–64. (rus)
- 9. Baranov A.A., Shanin A.O. Evaluation of the qualitative characteristics of sand and return sludge used in the production of aerated concrete [Ocenka kachestvennyh harakteristik peschanogo i vozvratnogo shlamov, ispol'zuemyh pri proizvodstve gazobetona]. Sovremennoe stroitel'stvo i arhitektura. 2023. No. 1 (32). Pp. 9–13. DOI: 10.18454/mca.2023.1.32.002 (rus)

- 10.Khodakov G.S. Fine grinding of building materials [Tonkoe izmel'chenie stroitel'nyh materialov]. Moscow: Stroyizdat. 1972. 239 p.. (rus)
- 11.Rebinder P.A. Surface phenomena in dispersed systems [Poverhnostnye yavleniya v dispersnyh sistemah]. Moscow: Nauka. 1979. 379 p. (rus)
- 12.Morozova N.N., Kuznetsova G.V., Klokov V.V. Influence of hydrosilicates on the properties of sand sludge in the production of autoclaved aerated concrete [Vliyanie gidrosilikatov na svojstva peschanogo shlama v proizvodstve gazobetona avtoklavnogo tverdeniya]. Innovacionnaya nauka. 2016. No. 5. Pp. 137–140. (rus)
- 13.Makridov G.V. Method of activation of ground quartz sand for the production of cellular concrete. Patent RF, no. 2205811, 2003. (rus)
- 14.Kudeyarova N.P. Hardening of composite binders using technogenic products: textbook [Tverdenie kompozicionnyh vyazhushchih s ispol'zovaniem tekhnogennyh produktov: uchebnoe posobie]. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Belgorod, 2016. 120 p. (rus)
- 15. Venkataraman M. The effect of colloidal stability on the heat transfer characteristics of nanosilica dispersed fluids. University of Central Florida, 2005. 93 p.
- 16.Klimenko V.G., Pavlenko V.I. Influence of the pH of the sealing liquid on the strength properties of gypsum binders [Vliyanie pH zhidkosti zatvoreniya na prochnostnye svojstva gipsovyh vyazhushchih]. Bulletin of BSTU named after V.G Shukhov. 2014. No. 5. Pp. 16–20. (rus)
- 17.Sidorova O.G., Vernigorova V.N., Sadenko S.M. Kinetic features of the CaO-SiO₂-H₂O system in a concrete mixture [Kineticheskie osobennosti sistemy CaO-SiO₂-H₂O v betonnoj smesi]. Vestnik magistratury. 2014. No 11 (38). Vol. 1. Pp. 88–90. (rus)
- 18.Iler R.K. The chemistry of silica: solubility, polymerization, colloidal and surface properties, biochemistry: Trans. from English [Himiya kremnezema: rastvorimost', polimerizaciya, kolloidnye i poverhnostnye svojstva, biohimiya: Per. s angl.]. Moscow: Mir. 1982. Part 1. 416 p. (rus)
- 19.Iler R.K. The chemistry of silica: solubility, polymerization, colloidal and surface properties, biochemistry: Trans. from English [Himiya kremnezema: rastvorimost', polimerizaciya, kolloidnye i poverhnostnye svojstva, biohimiya: Per. s angl.]. Moscow: Mir. 1982. Part 2. 712 p. (rus)
- 20.Kim J., Choi S., Jeong J. Applicability of stone powder sludge as a substitute material for quartz sand in autoclaved aerated concrete. The Korea institute of building construction. Vol. 17. No. 1. 2017. Pp. 111–117.

- 21.Dolotova R.G., Smirenskaya V.N., Vereshchagin V.I. Evaluation of the activity of low-silica raw materials and its suitability as a filler of cellular concrete [Ocenka aktivnosti nizkokremnezemistogo syr'ya i ego prigodnosti v kachestve zapolnitelya yacheistogo betona]. Stroitel'nye materialy. 2008. No. 1. Pp. 40–42. (rus)
- 22.Kaftaeva M.V. Theoretical substantiation of the main alterations of the production technology of cellular silicate materials of autoclave hardening [Teoreticheskoe obosnovanie osnovnyh peredelov tehnologii proizvodstva jacheistyh silikatnyh materialov avtoklavnogo tverdenija]: dis. PhD in Technical Sciences. Belgorod, 2013. 215 p. (rus)
- 23.Kosenko N.F., Moiseev P.I. Chemistry and technology of autoclaved cellular concrete: textbook [Himiya i tekhnologiya avtoklavnogo yacheistogo betona: uchebnoe posobie]. Ivanovo State University

of Chemistry and Technology. Ivanovo, 2014. 273 p. (rus)

- 24.Labormethoden für das Porenbeton-Betriebslabor. MASA-Henke Maschinenfabrik. 2010. 82 p.
- 25.Strokova V.V. Raw material mixture and method of its preparation for nanostructured autoclaved aerated concrete. Patent RF, no. 2448929, 2012. (rus)
- 26.Matsushita F., Aono Y., Shibata S. Particles size distribution of quartz sand for AAC production. Cement Wapno Beton. 2011. Pp. 7–11.
- 27.Kudeyarova N.P. Kinetics of autoclave hardening of lime-sand binder under changing conditions of lime quenching [Kinetika avtoklavnogo tverdeniya izvestkovopeschanogo vyazhushchego pri izmenenii uslovij gasheniya izvesti]. Collection of reports of the International Conference. Belgorod: BelGTASM, 1997. Pp. 79–83. (rus)

Information about the authors

Baranov, Alexander A. Chief Technologist. E-mail: baranov.gazobeton@list.ru. LLC PC «KUBI BLOCK YEGO-RYEVSKY». Russia, 140301, Moscow region, Yegoryevsk, Melangistov str., 3B.

Shanin, Alexander O. Leading Engineer Technologist. E-mail: shanin.a@cubi-block.ru. LLC PC «KUBI BLOCK YEGORYEVSKY». Russia, 140301, Moscow region, Yegoryevsk, Melangistov str., 3B.

Akulova, Marina V. Doctor of Technical Sciences, Professor, Advisor to the RAASN, Head of the Department of Architecture and Building Materials. E-mail: m_akulova@mail.ru. Ivanovo State Polytechnic University. Russia, 153000, Ivanovo region, Ivanovo, Sheremetyevo Avenue, 21.

Received 03.04.2023

Для цитирования:

Баранов А.А., Шанин А.О., Акулова М.В. Свойства модифицированного кремнеземистого компонента – перспективного сырья при производстве газобетона // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 7. С. 8–16. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-8-16

For citation:

Baranov A.A., Shanin A.O., Akulova M.V. Properties of the modified silica component – a promising raw material in the production of aerated concrete. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 7. Pp. 8–16. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-8-16

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-17-26

*Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Лукаш А.А., Швачко С.Н., Красный В.С.

Брянский государственный инженерно-технологический университет *E-mail: natluk58@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ СТРУКТУРНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГИПСОДРЕВЕСНОГО КОМПОЗИТА ОТ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА

Аннотация. Получение цементно-древесных композитов (ЦДК) затруднено из-за наличия в древесном заполнителе экстрагируемых веществ, которые оказывают негативное влияние на гидратацию цемента, форму и размеры образующихся кристаллогидратов, сроки схватывания, что приводит к снижению прочностных показателей ЦДК. Гипсодревесные композиты (ГДК), в отличие от ЦДК, менее чувствительны к воздействию экстрагируемых веществ, однако они характеризуются пониженными прочностью и предельной относительной сжимаемостью при кратковременном нагружении. С целью улучшения структурных и деформационно-прочностных свойств ГДК в статье выполнено математическое моделирование влияния компонентного состава на среднюю плотность, открытую пористость, прочность на сжатие и модуль упругости гипсодревесного композита для устройства перегородок и ограждающих конструкций в зданиях различного назначения. Представлены математические модели зависимости свойств ГДК от количества строительного гипса, карбамидоформальдегидной смолы и заполнителя из отходов деревообработки лиственных пород. По критериям Стьюдента и Фишера проведена оценка статистической значимости и адекватности полученных математических моделей, позволяющих определять рациональные значения рецептурных факторов при изготовлении и эксплуатации ГДК со средней плотностью 1370 кг/м³, открытой пористостью 36 %, прочностью на сжатие 30 МПа, модулем упругости 1780 МПа, предельной относительной сжимаемостью 4 %.

Ключевые слова: гипсодревесный композит, карбамидоформальдегидная смола, математические модели, структурные и деформационно-прочностные свойства, микроструктура, предельная относительная сжимаемость.

Введение. Одним из определяющих факторов развития современной строительной индустрии является разработка новых ресурсосберегающих технологий получения композиционных материалов с использованием природного экологически чистого сырья, в том числе древесных отходов.

В настоящее время в промышленность строительных материалов, изделий и конструкций все больше вовлекаются лиственные породы древесины, в связи с сокращением лесозаготовок хвойных пород более чем на 8 млрд. м³. При этом актуальным является изучение возможности использования отходов от их переработки в качестве заполнителя композиционных материалов с матрицей на основе минерального вяжущего (цементного, гипсового и др.) [1–3].

Основную опасность для цементно-древесных композитов (ЦДК) представляют экстрагируемые вещества (ЭВ), которые, диффундируя через стенки клеток древесины и вымываясь водой, оказывают негативное влияние на гидратацию цемента, форму и размеры образующихся кристаллогидратов, сроки схватывания, и, соответственно, снижают прочностные показатели ЦДК [4, 5].

Для нейтрализации ЭВ в древесном заполнителе (ДЗ) применяются специальные технологические приемы, такие как введение кольматирующих добавок, выдерживание ДЗ в воде или растворе извести, ультразвуковая обработка ДЗ [6, 7].

Гипсодревесные композиты (ГДК), в отличие от ЦДК, менее чувствительны к воздействию ЭВ, поэтому при их получении допускается использование древесных отходов из лиственных пород.

Известно, что ГДК отличаются хорошими адгезионными свойствами, при этом строительный гипс создает монолитную структуру композита с формированием изделия в объеме, передает напряжения, обеспечивает равномерность нагрузки, а в случае разрушения отдельных волокон — производит перераспределение ее по объему. Кроме того, гипсовое вяжущее может нивелировать негативные характеристики древесины — ее гигроскопичность, горючесть, склонность к загниванию в условиях повышенной влажности, поражение микробиологическими агентами.

Возможность рационального использования повсеместно имеющихся древесных отходов и гипсовых вяжущих открывает перспективы расширения сырьевой базы производства строитель-

ных материалов, изделий и конструкций при одновременном решении проблемы загрязнения окружающей среды. Тем не менее ГДК характеризуются пониженными прочностью и предельной относительной сжимаемостью при кратковременном нагружении.

Одним из эффективных способов улучшения свойств ГДК является модифицирование гипсовой матрицы водорастворимыми полимерными добавками, в частности карбамидоформальдегидными смолами (КФС) [8–12].

Введение в состав ГДК данных смол приводит к тому, что они, затвердевая по механизму поликонденсации с образованием макромолекулярных пространственных сеток, кольматируют поры между кристаллами дигидрата сульфата кальция (CaSO₄·2H₂O), образующимися при гидратации строительного гипса. В результате снижается водопроницаемость композита.

На стадии приготовления формовочных смесей КФС играет пластифицирующую роль, увеличивая растекаемость гипсового теста. В свою очередь, гипсовое вяжущее можно расценивать как активный наполнитель, способный связывать побочный продукт поликонденсации КФС.

В процессе структурообразования в контактной зоне между полимерминеральной матрицей и древесным заполнителем избыточная вода поглощается частицами древесины, при этом уплотняется адгезионный контакт. Во время сушки вода мигрирует к поверхности и испаряется, а дальнейшая гидратация композиционного вяжущего происходит преимущественно за счет выделения воды при поликонденсации КФС. Формирование гипсового каркаса наряду с полимерным стекловидным соединением способствует улучшению деформативных свойств и прочности композита [13-17].

Целью работы является рационализация состава гипсодревесного композита (ГДК) для устройства перегородок и ограждающих конструкций в зданиях различного назначения путем математического моделирования влияния сырьевых компонентов на структурные и деформационно-прочностные свойства ГДК.

Материалы и методы. Для изготовления образцов ГДК применялись:

- строительный гипс (СГ) марки Г-5 В II по ГОСТ 125-2018;
- карбамидоформальдегидная смола (КФС) холодного отверждения марки КФ 120-65 по ТУ 2311-001-00252569-94, представляющая собой однородную водную суспензию белого цвета олигомерных продуктов совместной поликонденсации карбамида ((NH₂)₂CO) с формальдегидом (CH₂O) с массовой долей сухих веществ

- 65 %, содержанием свободного CH_2O не более 0.13 %:
- отвердитель К Φ С 10 %-й водный раствор щавелевой кислоты (СООН)₂, вводимый в расчете 0.05 м.ч. на 1 м.ч. смолы;
- древесный заполнитель (ДЗ) из отходов деревообработки лиственных пород в виде абсолютно сухих березовых опилок игольчатой формы с размером частиц 1-5 мм, высушенных до постоянной массы в вентилируемой камере при температуре (103 ± 2) °C;
- питьевая вода затворения, объем которой в составах смесей определялся по водогипсовому отношению, соответствующему водопотребности используемого строительного гипса (60 %), с учетом количества воды в КФС и отвердителе.

Приготовление гипсодревесных смесей осуществлялось в лабораторном смесителе принудительного действия при следующей последовательности загрузки компонентов (в массовых частях — м.ч.): карбамидоформальдегидная смола, отвердитель, вода — строительный гипс — древесный заполнитель.

Структурные (средняя плотность, открытая пористость) и деформационно-прочностные (прочность на сжатие, модуль упругости, предельная относительная сжимаемость) свойства ГДК исследовались у образцов размерами $20\times20\times20$ мм, изготовленным уплотнением гипсодревесных смесей в шестисекционных кубических формах типа 6Φ K20 на стандартной виброплощадке. Через 1 сутки твердения в воздушносухих условиях образцы извлекались из форм и подвергались сушке при температуре 45-55 °C до постоянной массы.

Определение прочности, модуля упругости и предельной относительной сжимаемости ГДК выполнялось методом осевого кратковременного статического сжатия образцов на испытательной машине МИ-20УМ с максимальным усилием 20 кH, обеспечивающей построение диаграмм деформирования композита на ПЭВМ.

Построение математических моделей зависимостей средней плотности $(y_1 - \rho_0, \kappa \Gamma/M^3)$, открытой пористости $(y_2 - \Pi_0, \%)$, прочности на сжатие $(y_3 - R_b, M\Pi a)$ и модуля упругости $(y_4 - E, M\Pi a)$ от количества строительного гипса $(x_1 - C\Gamma: 8-12 \text{ м.ч.})$, карбамидоформальдегидной смолы $(x_2 - K\Phi C: 0-10 \text{ м.ч.})$ и древесного заполнителя $(x_3 - \Pi a)$ проводилось по матрице композиционного плана эксперимента $(K\Pi a)$ второго порядка (Tab a), составленной с помощью компьютерной программы PlanExp B-D13 [18], и заключалось в получении уравнений регрессии вида:

$$y_1 = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3,$$
(1)

где y_i – значение i-го свойства ГДК; x_1, x_2, x_3 – СГ, КФС, ДЗ (м.ч.); $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{11}, b_{22}, b_{33}, b_{12}, b_{13}, b_{23}$ – коэффициенты регрессии.

Выбор факторов и интервалов их варьиро-

вания обусловлен поиском рациональных значений, обеспечивающих получение ГДК с улучшенными структурными и деформационно-прочностными свойствами.

Таблица I Матрица КПЭ второго порядка для рационализации состава гипсодревесного композита

Номер		Зн	Drwa waa anayama (v)				
опыта	К	одированны	ie		натуральные		Выходное свойство (y _i)
(u)	\mathbf{x}_1	X 2	X 3	СГ, м.ч.	КФС, м.ч.	ГДК	
1	-1	-1	-1	8	0	1	$y_{i}\left(u_{l}\right)$
2	+1	-1	-1	12	0	1	$y_i(u_2)$
3	-1	+1	-1	8	10	1	$y_i(u_3)$
4	-1	-1	+1	8	0	4	y _i (u ₄)
5	-1	+0,19	+0,19	8	5,95	2,79	$y_i(u_5)$
6	+0,19	-1	+0,19	10,38	0	2,79	y _i (u ₆)
7	+0,19	+0,19	-1	10,38	5,95	1	$y_i(u_7)$
8	-0,29	+1	+1	9,42	10	4	$y_i(u_8)$
9	+1	-0,29	+1	12	3,55	4	y _i (u ₉)
10	+1	+1	-0,29	12	10	2,07	y _i (u ₁₀)

Значимость коэффициентов уравнения (1) оценивалась по критерию Стьюдента (t_i) :

$$t_i = |b_i| / S\{b_i\},$$
 (2)

где $b_i - i$ -й коэффициент регрессии; $S\{b_i\}$ — среднеквадратическое отклонение в определении b_i .

Для выбранного уровня значимости (5 %) и данного числа степеней свободы расчетное значение t_i сравнивалось с табличным $t_{\text{табл.}}$. Коэффициент модели b_i считается незначимым, если t_i менее $t_{\text{табл.}}$.

Адекватность уравнения (1) анализировалась по критерию Фишера (F):

$$F = S_{a,\pi}^2 / S_B^2, (3)$$

где $S_{a\pi}^2$ – дисперсия адекватности; $S_{\scriptscriptstyle B}^2$ – дисперсия воспроизводимости в параллельных опытах.

Значения $S_{a \pi}^2$ и S_{B}^2 рассчитывались по формулам:

$$S_{a,\pi}^2 = \frac{m}{N - n_s} \sum_{u=1}^{N} (\overline{y_u} - \widehat{y_u})^2,$$
 (4)

$$S_{B}^{2} = \frac{1}{N(m-1)} \sum_{u=1}^{N} \sum_{j=1}^{m} (y_{uj} - \overline{y_{u}})^{2},$$
 (5)

где N — количество опытов в плане эксперимента; m — число параллельных измерений в каждом опыте (m = 3); $n_{\rm 3}$ — количество значимых коэффициентов; $\overline{y_{\rm u}}$ — среднее значение свойства

ГДК в u-м опыте; $\hat{y_u}$ – свойство ГДК, предсказанное по уравнению регрессии; y_{uj} – свойство ГДК в u-м опыте, j-м параллельном измерении.

Расчетное значение F сопоставлялось с табличным ($F_{\scriptscriptstyle T}$) при значимых коэффициентах. При F менее $F_{\scriptscriptstyle T}$ уравнение является адекватным.

Основная часть. Целью КПЭ является построение математической модели, работающей по принципу «черного ящика», в котором известны входные факторы, влияющие на значения выходных свойств, и включает в себя следующие этапы: выбор факторов, уровней и интервалов их варьирования; составление матрицы композиционного плана эксперимента; проведение опытов и испытаний; расчет коэффициентов регрессии и оценка их статистической значимости по критерию Стьюдента; получение уравнения зависимости свойства материала от варьируемых факторов и оценка его адекватности по критерию Фишера; графическая интерпретация и анализ модели [19].

Установлено, что зависимости средней плотности (ρ_0), открытой пористости (Π_o), прочности на сжатие (R_b) и модуля упругости (E) гипсодревесного композита от количества строительного гипса, карбамидоформальдегидной смолы и древесного заполнителя представлены математическими моделями в виде адекватных уравнений регрессии со значимыми коэффициентами (табл. 1):

$$y_1(\rho_0) = 1112.5 + 93.3x_1 + 105.5x_2 - 189.6x_3 - 60.2x_1^2 + 51.1x_2^2 - 83.9x_3^2 - 29.3x_1x_2 + 22.6x_2x_3,$$
 (6)

$$y_2(\Pi_0) = 21.3 + 4.1x_1 - 6.9x_2 + 2.1x_3 + 3.9x_1^2 + 2.2x_3^2 - 1.9x_1x_2 + 1.9x_1x_3 - 1.8x_2x_3,$$
 (7)

$$y_3(R_b) = 23.5 - 1.9x_1 + 8.2x_2 - 2.3x_3 - 3.1x_2^2 - 3.9x_3^2 + 1.7x_1x_3 + 1.9x_2x_3,$$
 (8)

$$y_4(E) = 597.6 + 73.2x_1 + 297.6x_2 - 43.5x_3 + 249.8x_1^2 + 107.4x_2^2 + 118.2x_3^2 + 220.7x_1x_3 + 156.8x_2x_3.$$
 (9)

Из уравнений (6–9) и поверхностей отклика (рис. 1) следует, что для получения ГДК с повышенной прочностью в рамках варьируемых фак-

торов наиболее рациональным является компонентный состав, включающий, м.ч.: $C\Gamma-12$, $K\Phi C-10$, Д3-4.

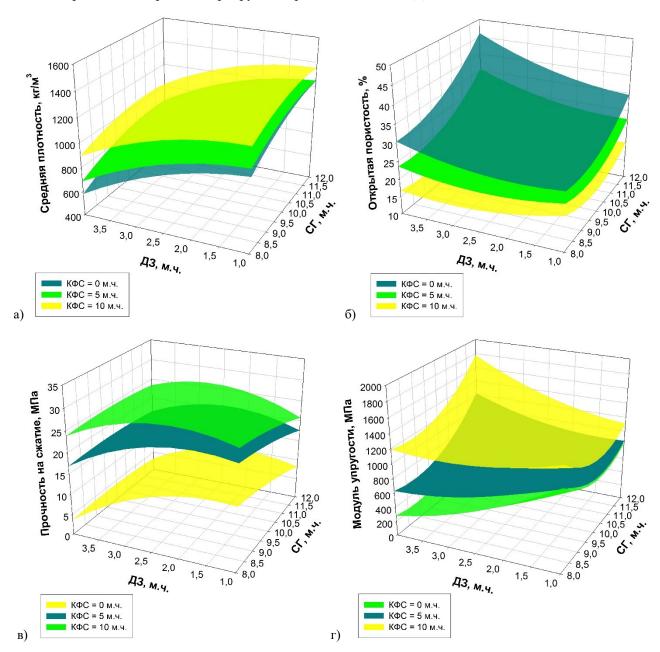


Рис. 1. Поверхности отклика зависимости средней плотности (а), открытой пористости (б), прочности на сжатие (в), модуля упругости (г) гипсодревесного композита от количества строительного гипса, карбамидоформальдегидной смолы и древесного заполнителя

Установлено, что при введении карбамидоформальдегидной смолы в количестве от 0 до 10 м.ч. средняя плотность ГДК повышается от 1248 до 1370 кг/м³, прочность на сжатие от 15,6 до 30 МПа (в 1,9 раза), модуль упругости от 1120 до 1780 МПа (в 1,6 раза), а открытая пористость снижается от 46 до 25 % (в 1,8 раза) (табл. 2).

Повышение прочности гипсодревесного композита обусловлено тем, что карбамидофор-

мальдегидная смола приводит к уплотнению пространства между кристаллогидратами $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и улучшению адгезионных связей в системе «гипсовая матрица — древесный заполнитель», что подтверждает анализ микроструктуры ГДК методом электронной микроскопии на микроскопе TESCAN MIRA 3 LMU (рис. 2).

Таблица 2 Рациональный компонентный состав и свойства гипсодревесного композита

Состав,				Средняя	Открытая	Прочность на	Модуль упругости,
	м.ч.			плотность, $\kappa \Gamma/M^3$	пористость, %	сжатие, МПа	МПа
	СГ	КФС	ДЗ				
	12	10	4	1370	25	30	1780

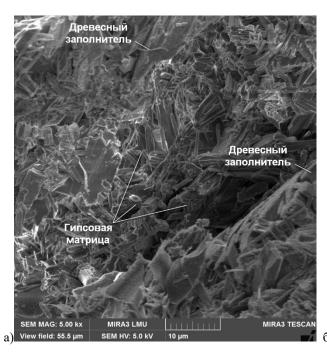




Рис. 2. Микроструктура гипсодревесного композита ($5000\times$): а — состав без КФС; б — состав с 10 м.ч. КФС

Современный подход к определению прочности упругопластических композиционных материалов не ограничивается определением момента физического разрушения, поскольку надежность работы конструкций из них обеспечивается прогнозированием их напряженно-деформированного состояния при нагружении и эксплуатации.

Одной из характеристик, дающих информацию о процессах деформирования и разрушения композитов при осевом кратковременном статическом сжатии, является диаграмма «напряжение (σ) — относительная деформация (ε) », на которой можно выделить три основные стадии:

- 1) упругая стадия деформирования уплотнение композита (линейная восходящая ветвь диаграммы);
- 2) упругопластическая стадия деформирования разуплотнение композита (нелинейная восходящая ветвь диаграммы);
- 3) пластическая стадия деформирования композита до его разрушения (нелинейная нисходящая ветвь диаграммы).

В первой стадии упрочнения возникают упругие деформации и линейная ползучесть, при этом сплошность образца не нарушается, его структура уплотняется. Далее в материале наступает начало необратимых пластических деформаций. При возрастании напряжений на второй

стадии деформирования происходит микротрещинообразование, начинается процесс разуплотнения и интенсивного развития пластических деформаций, связанных с процессами микроразрушений структуры [20, 21].

После достижения деформациями значений, соответствующих максимальным напряжениям, процесс деформирования на третьей стадии перерастает в неустойчивый, сопровождающийся объединением микротрещин в макротрещины до полного разрушения образца.

Угол наклона участка линейной восходящей ветви диаграммы, соответствующий упругой работе материала, связан с его модулем упругости выражением $E=tg\alpha$.

Вершина нисходящей ветви диаграммы представлена предельной относительной сжимаемостью (ϵ_{bR}), соответствующей достижению материалом максимального значения прочности на сжатие (R_b).

Диаграммы деформирования гипсодревесного композита при осевом кратковременном статическом сжатии (рис. 3) показывают, что переход из упругой в пластическую стадию деформации ГДК без КФС происходит при напряжении более 12 МПа ($\epsilon_{bR}=2,75$ %), а с содержанием КФС в количестве 10 м.ч. – при напряжении свыше 15 МПа ($\epsilon_{bR}=4$ %).

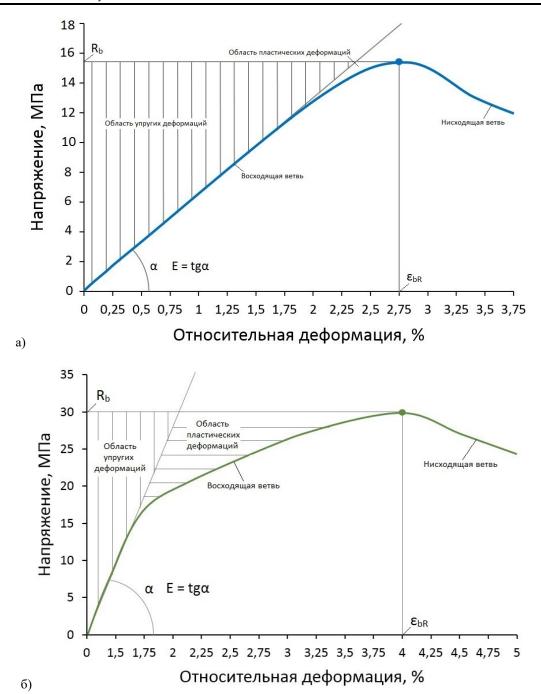


Рис. 3. Диаграммы деформирования гипсодревесного композита при осевом кратковременном статическом сжатии: а – состав без КФС; б – состав с 10 м.ч. КФС

Представленная диаграмма деформирования гипсодревесного композита с добавкой карбамидоформальдегидной смолы при кратковременном сжатии позволяет прогнозировать критерии работоспособности ГДК (длительную прочность, жесткость, трещиностойкость) в строительных изделиях в процессе эксплуатации и возникновении аварийных ситуаций.

Выводы

1. В результате математического моделирования влияния количества строительного гипса, карбамидоформальдегидной смолы и березовых опилок на структурные и деформационно-прочностные свойства гипсодревесного композита

для устройства перегородок и ограждающих конструкций в зданиях различного назначения установлено, что разработанные модели в виде адекватных уравнений регрессии со значимыми коэффициентами позволяют выполнять рецептурнотехнологические задачи по ресурсосберегающему получению ГДК со средней плотностью 1370 кг/м³, открытой пористостью 36 %, прочностью на сжатие 30 МПа, модулем упругости 1780 МПа, предельной относительной сжимаемостью при кратковременном нагружении 4 %.

2. Рационализация состава композита на основе гипсового вяжущего, модифицированного

карбамидоформальдегидной смолой и наполненного березовыми опилками, обусловлена необходимостью поиска новых путей снижения материалоемкости, в том числе расхода строительного гипса, и стоимости гипсосодержащих конструкционных материалов и изделий с сохранением их эксплуатационных свойств и экологичности, а также утилизации отходов деревообработки лиственных пород при одновременном решении проблемы загрязнения окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Storodubtseva T.N. Up-to-date solution of the resource saving problem use of forestry sector waste in composite materials // International Journal of Control and Automation. 2020. Vol. 13 (1). Pp. 250–258.
- 2. Safin R.G., Sattarova Z.G., Khairullina E.R. Technology of Wood Waste Processing to Obtain Construction Material // Solid State Phenomena. 2017. Vol. 265. Pp. 245–249.
- 3. Rodríguez-Liñán Carmen, Morales-Conde María J., Rubio-De-Hita P., Pérez-Gálvez F., Pedreño-Rojas Manuel A. The Influence of Natural and Synthetic Fibre Reinforcement on Wood-Gypsum Composites // The Open Construction and Building Technology Journal. 2017. Vol. 11. Pp. 350–362.
- 4. Пат. 2732164, Российская Федерация, МПК С04В 18/26, С04В 20/10. Способ подготовки древесного заполнителя для арболита / Н.П. Лукутцова, Е.В. Чивикова, С.Н. Головин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО БГИТУ. № 2019139557; заявл. 04.12.2019; опубл. 14.09.2020, Бюл. № 26. 4 с.
- 5. Лукаш А.А., Лукутцова Н.П. Гипсодревесные композиты из отходов переработки мягколиственной древесины // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Материалы. Конструкции. Технологии. 2017. № 4. С. 25–32.
- 6. Руденко Б.Д., Кулак В.В. Формирование структуры гипсоцементнодревесного композита на основе кавитированных древесных частиц // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019. № 55. С. 177–180.
- 7. Pykin A.A., Gornostaeva E.Y., Lukutsova N.P. Lightweight Concrete Based on Gypseous Binding Materials, Modified with Microcrystalline Cellulose, and Cavitationly Processed Sawdust // Materials Science Forum. 2019. Vol. 945. Pp. 188–192.
- 8. Mirski R., Kawalerczyk J., Dziurka D., Siuda J., Wieruszewski M. The Application of Oak Bark Powder as a Filler for Melamine-Urea-Formaldehyde Adhesive in Plywood Manufacturing // Forests. 2020. Vol. 11. Pp. 1–13.

- 9. Баулина Н.С., Шишлов О.Ф., Глухих В.В. Получение и свойства плит OSB с фенолкарданолформальдегидными связующими // Системы. Методы. Технологии. 2018. № 1 (37). С. 100–104.
- 10. Kawalerczyk J., Dziurka D., Mirski R., Szentner K. Properties of Plywood Produced with Urea-Formaldehyde Adhesive Modified with Nanocellulose and Microcellulose // Drvna Industrija. 2020. Vol. 71 (1). Pp. 61–67.
- 11. Бессонов И.В., Жуков А.Д., Горбунова Э.А. Гипсосодержащие модифицированные материалы // Строительные материалы. 2021. № 8. С. 18–26.
- 12. Анисимова С.В., Коршунов А.Е., Емельянов Д.Н. Свойства гипсовых суспензий в присутствии водорастворимых акриловых полимеров // Строительные материалы. 2016. № 7. С. 25–29.
- 13. Аниканова Л.А. Стеновые материалы на композиционном полимерминеральном вяжущем // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 6 (65). С. 127–133.
- 14. Пыкин А.А., Лукутцова Н.П., Лукаш А.А., Ласман И.А., Головин С.Н., Тугай Т.С. Свойства и структура строительного гипса с микрокристаллической целлюлозой // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 12. С. 55–61.
- 15. Utegenova G., Asamatdinov M., Kalbaev B., Medvedev A., Zhukov A. Modified gypsum binder for interior systems // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 247. Pp. 891–898.
- 16. Жуков А.Д., Бессонов И.В., Боброва Е.Ю., Горбунова Э.А., Демисси Б.А. Материалы на основе модифицированного гипса для фасадных систем // Нанотехнологии в строительстве. 2021. № 13 (3). С. 144–149.
- 17. Гордина А.Ф., Яковлев Г.И., Полянских И.С., Керене Я, Фишер Х.-Б., Рахимова Н.Р., Бурьянов А.Ф. Гипсовые композиции с комплексными модификаторами структуры // Строительные материалы. 2016. № 1-2. С. 90–95.
- 18. Белов В.В., Образцов И.В., Иванов В.К., Коноплев В.Н. Компьютерная реализация решения научно-технических и образовательных задач. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2015. 108 с.
- 19. Горохов Т.И., Ерофеев А.В., Бондарев Б.А., Корнеева А.О. Математическое планирование эксперимента при подборе оптимального состава композитного материала на основе гипсового вяжущего, наполненного древесными опилками // Научный журнал строительства и архитектуры. 2022. № 3 (67). С. 53–60.
- 20. Жданова Т.В., Мацеевич Т.А., Аскадский А.А. Оценка модулей упругости смесей древесно-полимерных композитов с минеральным

наполнителем // Строительные материалы. 2023. № 1-2. C. 106-111.

21. Рахманов В.А., Сафонов А.А. Разработка экспериментальных методов оценки диаграмм

деформирования бетона при сжатии // Academia. Архитектура и строительство. 2017. № 3. С. 120–125.

Информация об авторах

Лукутцова Наталья Петровна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой производства строительных конструкций. E-mail: natluk58@mail.ru. Брянский государственный инженерно-технологический университет. Россия, 241037, Брянск, пр. Станке Дмитрова, д. 3.

Пыкин Алексей Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных конструкций. Е-mail: alexem87@yandex.ru. Брянский государственный инженерно-технологический университет. Россия, 241037, Брянск, пр. Станке Дмитрова, д. 3.

Лукаш Александр Андреевич, доктор технических наук, профессор кафедры технологии деревообработки. Е-mail: mr.luckasch@yandex.ru. Брянский государственный инженерно-технологический университет. Россия, 241037, Брянск, пр. Станке Дмитрова, д. 3.

Швачко Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин и физики. E-mail: sshvachko@mail.ru. Брянский государственный инженерно-технологический университет. Россия, 241037, Брянск, пр. Станке Дмитрова, д. 3.

Красный Владислав Сергеевич, магистрант кафедры производства строительных конструкций. E-mail: vlad.krasnyy.00@mail.ru. Брянский государственный инженерно-технологический университет. Россия, 241037, Брянск, пр. Станке Дмитрова, д. 3.

Поступила 14.06.2023 г.

© Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Лукаш А.А., Швачко С.Н., Красный В.С., 2023

*Lukuttsova N.P., Pykin A.A., Lukash A.A., Shvachko S.N., Krasnyy V.S.

Bryansk State Engineering Technological University *E-mail: natluk58@mail.ru

MATHEMATICAL MODELS OF THE DEPENDENCE OF THE STRUCTURAL AND DEFORMATION-STRENGTH PROPERTIES OF THE GYPSUM-WOOD COMPOSITE ON THE COMPONENT COMPOSITION

Abstract. The production of cement-wood composites (CWC) is difficult due to the presence of extractable substances in the wood filler, which have a negative effect on the hydration of cement, the shape and size of the resulting crystalline hydrates, and the setting time, which leads to a decrease in the strength characteristics of the CWC. Gypsum-wood composites (GWC), in contrast to CWC, are less sensitive to the effects of extractable substances, but they are characterized by reduced strength and ultimate relative compressibility under short-term loading. In order to improve the structural and deformation-strength properties of the GWC, the article presents a mathematical modeling of the effect of the component composition on the average density, open porosity, compressive strength and modulus of elasticity of a gypsum-wood composite for the installation of partitions and enclosing structures in buildings for various purposes. Mathematical models of the dependence of GWC properties on the amount of building gypsum, urea-formaldehyde resin and filler from hardwood waste woodworking waste are presented. According to Student's and Fisher's criteria, an assessment was made of the statistical significance and adequacy of the obtained mathematical models, which make it possible to determine the rational values of recipe factors in the manufacture and operation of GWC with an average density of 1370 kg/m³, an open porosity of 36 %, a compressive strength of 30 MPa, an elastic modulus of 1780 MPa, limiting relative compressibility of 4 %.

Keywords: gypsum-wood composite, urea-formaldehyde resin, mathematical models, structural and deformation-strength properties, microstructure, limiting relative compressibility.

REFERENCES

1. Storodubtseva T.N. Up-to-date solution of the resource saving problem – use of forestry sector waste in composite materials. International Journal

- of Control and Automation. 2020. Vol. 13 (1). Pp. 250–258.
- 2. Safin R.G., Sattarova Z.G., Khairullina E.R. Technology of Wood Waste Processing to Obtain

- Construction Material. Solid State Phenomena. 2017. Vol. 265. Pp. 245–249.
- 3. Rodríguez-Liñán Carmen, Morales-Conde María J., Rubio-De-Hita P., Pérez-Gálvez F., Pedreño-Rojas Manuel A. The Influence of Natural and Synthetic Fibre Reinforcement on Wood-Gypsum Composites. The Open Construction and Building Technology Journal. 2017. Vol. 11. Pp. 350–362.
- 4. Lukuttsova N.P., Chivikova E.V., Golovin S.N. Method for preparation of wood filler for wood concrete. Patent RF, no. 2732164, 2020.
- 5. Lukash A.A., Lukuttsova N.P. Gypsum-chip composites obtained from waste processed softwood timber [Gipsodrevesnye kompozity iz otkhodov pererabotki myagkolistvennoy drevesiny]. Vestnik of volga state university of technology. Series: Materials. Constructions. Technologies. 2017. No. 4. Pp. 25–32. (rus)
- 6. Rudenko B.D., Kulak V.V. Structure formation gypsum-cement-wood composite based on cavitated wood particles [Formirovanie struktury gipsocementnodrevesnogo kompozita na osnove kavitirovannyh drevesnyh chastic]. Actual problems of the forest complex. 2019. No. 55. Pp. 177–180. (rus)
- 7. Pykin A.A., Gornostaeva E.Y., Lukuttsova N.P. Lightweight Concrete Based on Gypseous Binding Materials, Modified with Microcrystalline Cellulose, and Cavitationly Processed Sawdust. Materials Science Forum. 2019. Vol. 945. Pp. 188–192.
- 8. Mirski R., Kawalerczyk J., Dziurka D., Siuda J., Wieruszewski M. The Application of Oak Bark Powder as a Filler for Melamine-Urea-Formaldehyde Adhesive in Plywood Manufacturing. Forests. 2020. Vol. 11. Pp. 1–13.
- 9. Baulina N.S., Shishlov O.F., Glukhikh V.V. Production and properties of osb with phenolcar-danolformaldehyde rezins [Poluchenie i svojstva plit OSB s fenolkardanolformal'degidnymi svyazuyush-chimi]. Systems. Methods. Technologies. 2018. No 1 (37). Pp. 100–104. (rus)
- 10. Kawalerczyk J., Dziurka D., Mirski R., Szentner K. Properties of Plywood Produced with Urea-Formaldehyde Adhesive Modified with Nanocellulose and Microcellulose. Drvna Industrija. 2020. Vol. 71 (1). Pp. 61–67.
- 11. Bessonov I.V., Zhukov A.D., Gorbunova E.A. Gypsum-containing modified materials [Gipsosoderzhashchie modificirovannye materialy]. Construction Materials. 2021. No. 8. Pp. 18–26. (rus)
- 12. Anisimova S.V., Korshunov A.Ye., Yemel'yanov D.N. Properties of Gypsum Suspensions in the Presence of Water Soluble Acrylic Polymers [Svojstva gipsovyh suspenzij v prisutstvii vodorastvorimyh akrilovyh polimerov]. Construction Materials. 2016. No. 7. Pp. 25–29. (rus)

- 13. Anikanova L.A. Wall materials based on mineral-polymer composite binder [Stenovye materialy na kompozicionnom polimermineral'nom vyazhushchem]. Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building. 2017. No. 6 (65). Pp. 127–133. (rus)
- 14. Pykin A.A., Lukuttsova N.P., Lukash A.A., Lasman I.A., Golovin S.N., Tugay T.S. Properties and structure of the building gypsum with microcrystal-line cellulose [Svojstva i struktura stroitel'nogo gipsa s mikrokristallicheskoj cellyulozoj]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2017. No. Pp. 55–61. (rus)
- 15. Utegenova G., Asamatdinov M., Kalbaev B., Medvedev A., Zhukov A. Modified gypsum binder for interior systems. Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 247. Pp. 891–898.
- 16. Zhukov A.D., Bessonov I.V., Bobrova E.Yu., Gorbunova E.A., Demissie B.A. Materials based on modified gypsum for facade systems [Materialy na osnove modificirovannogo gipsa dlya fasadnyh sistem]. Nanotechnologies in Construction. 2021. No. 13 (3). Pp. 144–149. (rus)
- 17. Belov V.V., Obraztsov I.V., Ivanov V.K., Konoplev V.N. Computer implementation of the solution of scientific, technical and educational problems. Tver: Tver State Technical University, 2015. 108 p. (rus)
- 18. Gordina A.F., Yakovlev G.I., Polyanskikh I.S., Kerene Ya, Fisher H.-B., Rakhimova N.R., Buryanov A.F. Gypsum Compositions with Complex Modifiers of Structure [Gipsovye kompozicii s kompleksnymi modifikatorami struktury]. Construction Materials. 2016. No. 1-2. Pp. 90–95. (rus)
- 19. Gorohov T.I., Erofeev A.V., Bondarev B.A., Korneeva A.O. Implementation of the mathematical planning of an experiment method in selecting optimal composite material based on gypsum binder filled with wood filings [Matematicheskoe planirovanie eksperimenta pri podbore optimal'nogo sostava kompozitnogo materiala na osnove gipsovogo vyazhushchego, napolnennogo drevesnymi opilkami]. Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2022. No. 3 (67). Pp. 53–60. (rus)
- 20. Zhdanova T.V., Maceevich T.A., Askadskij A.A. Evaluation of elastic modulus of mixtures of wood-polymer composites with mineral filler [Ocenka modulej uprugosti smesej drevesno-polimernyh kompozitov s mineral'nym napolnitelem]. Construction Materials. 2023. No 1-2. Pp. 106–111. (rus)
- 21. Rakhmanov V.A., Safonov A.A. Development of experimental evaluation methods for stress-strain diagrams of concrete under compression [Razrabotka eksperimental'nyh metodov ocenki diagramm deformirovaniya betona pri szhatii]. Academia. Architecture and Construction. 2017. No 3. Pp. 120–125. (rus)

Information about the authors

Lukuttsova, Natal'ya P. DSc, Professor. E-mail: natluk58@mail.ru. Bryansk State Engineering Technological University. Russia, 241037, Bryansk, Stanke Dimitrova Avenue, 3.

Pykin, Aleksey A. PhD. E-mail: alexem87@yandex.ru. Bryansk State Engineering Technological University. Russia, 241037, Bryansk, Stanke Dimitrova Avenue, 3.

Lukash, **Aleksandr A.** DSc, Professor. E-mail: mr.luckasch@yandex.ru. Bryansk State Engineering Technological University. Russia, 241037, Bryansk, Stanke Dimitrova Avenue, 3.

Shvachko, Sergey N. PhD. E-mail: sshvachko@mail.ru. Bryansk State Engineering Technological University. Russia, 241037, Bryansk, Stanke Dimitrova Avenue, 3.

Krasnyy, Vladislav S. Undergraduate. E-mail: vlad.krasnyy.00@mail.ru. Bryansk State Engineering Technological University. Russia, 241037, Bryansk, Stanke Dimitrova Avenue, 3.

Received 14.06.2023

Для цитирования:

Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Лукаш А.А., Швачко С.Н., Красный В.С. Математические модели зависимости структурных и деформационно-прочностных свойств гипсодревесного композита от компонентного состава // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 7. С. 17–26. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-17-0

For citation:

Lukuttsova N.P., Pykin A.A., Lukash A.A., Shvachko S.N., Krasnyy V.S. Mathematical models of the dependence of the structural and deformation-strength properties of the gypsum-wood composite on the component composition. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 7. Pp. 17–26. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-17-26

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-27-36

1,*Тикунова С.В., ²Калинина Г.Н., ³Большаков А.Г., ¹Орешкина С.Э., ¹Шеремет А.А. ¹Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова ²Белгородский государственный институт искусств и культуры ³Иркутский национальный исследовательский технический университет *E-mail: svetlanatikunova@yandex.ru

ВИЗУАЛЬНЫЕ КОММУНИКАЦИИ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Аннотация. В данной статье рассматривается система городских визуальных коммуникаций как базовый принцип невербальных взаимодействий в условиях современной урбанизации, направленный на формирование комфортного городского пространства для жизни. Основная часть материала посвящена исследованию визуального поля городской среды и его развития с учетом антропологических и социокультурных закономерностей. Анализируются особенности визуального пространства в крупном современном городе, погруженном в цифровую эпоху. Это позволяет выявить средообразующие возможности путем создания навигационной системы, освоить средства и примеры визуальнохудожественного формирования городской среды. Обосновывается, что рациональная система визуально-графических знаков повышает удобное ориентирование человека в условиях урбанизации, снижает негативное воздействие «побочных эффектов», – неизменных спутников городских коммуникаций, сокращает риски от информационного шума и др. В ходе исследования и анализа выявляется авторский взгляд на архитектурно-градостроительную ситуацию регионов, что служит основанием для рекомендаций по улучшению региональной политики повышения эффективности управления городским навигационным развитием, где многосценарный подход и система визуально-графических знаков будет решать задачи ориентирования, информационной перегрузки, а также поможет регулировать движение потоков людей и транзит наземного транспорта в предметно-пространственных ситуациях.

Ключевые слова: город, урбанизация, человек, качество жизни, визуальные коммуникации, цифровая навигация, дизайн-проект.

Введение. В ходе рассмотрения тематики данной статьи, в общем виде посвященной невербальным коммуникациям, авторами доказывается, что, во-первых, в современных реалиях нарастания процессов урбанизации, динамики темпов развития городской жизни, визуальные коммуникации и средства цифровой навигационной системы становятся важным фактором повышения комфортного существования городского населения; во-вторых, обосновывается тезис о том, что потенциально новые решения для городов, в том числе, регионального масштаба¹, способствуют выстраиванию благоприятных взаимоотношений между человеком, городским жителем, окружающей городской коммуникативной средой и дизайнерскими решениями, дизайнпроектированием города нового типа.

Процедура и методы исследования включают в себя: 1) эргоцентрический подход, базовый в сегодняшних проектных дизайнерских методиках [1-3];

2) современные подходы в теории и практике архитектуры, градостроительства, дизай-

нерской отрасли знания, актуальные для осмысления новых направлений в сфере развития города [4, с. 35–36];

3) основные методы, принципы и подходы, выступающие методологическим основанием раскрытия темы статьи (анализ и синтез, культурно-исторический, контекстный подходы, системный принцип и принцип эргоцентризма, метод реконструкции и интерпретации и др.).

Результаты проведённого исследования способствуют научно обоснованному прогнозированию «узких» и проблемных городских зон, выделению среди них социально-приоритетных являющиеся задачей «номер один», с точки зрения предпочтительных «социальных запросов» со стороны граждан; служат основанием для рекомендаций по улучшению региональной архитектурно-градостроительной политики, повышения эффективности управления городским навигационным развитием.

Теоретическая/практическая значимость состоит в актуализации навигационной схемы невербальных коммуникаций, обеспечивающей новую, основанную на цифровых технологиях, систему городского уличного ориентирования; в

коммуникации настоящего периода и с учетом будущих перспектив развития.

¹ Статья направлена на осмысление ситуации, прежде всего, в белгородском регионе, его навигационной невербальной

обосновании эффективности новой модели, отвечающей социальным запросам городского населения, поскольку ее внедрение в визуально - коммуникативное пространство города будет способствовать обеспечению качества жизни населения, снижать навигационные риски и неудобства, неизбежные при современных темпах развития городской инфраструктуры, уровень развития которой «не успевает» за ростом транспортных потоков, создавая дополнительные трудности в уличном городском сегменте передвижения. То есть, она направлена на улучшение качества жизни и коммуницирования населения.

Система городских визуальных коммуникаций как базовый принцип невербальных взаимодействий. Следует отметить характерную особенность современного городского пространства, с точки зрения его невербальной коммуникации и организации навигационной системы, вхождение дополненной (AR) и виртуальной (VR) реальностей в нашу жизнь, приводит к тому, что человек теряет навык ориентации в мире. Действительно, сегодня населению городов становится все сложнее понять непростую структуру города. Это создает определенные трудности с ориентированием в нем человека. Обращение к характерной схеме: моментальное переключение между «офлайн» и «онлайн» [2, с. 76-77, с. 83; 5-7] показывает, что мозг человека не в состоянии «вытянуть» такое скоростное «переключение». Отсюда возникает «расхождение» реальностей. Получая новые объемы информации человек, желает применить ее с наибольшей пользой для себя. Это относится к сфере невербальных коммуникаций, применению новых удобных средств визуальной цифровой навигации в родном городе [5].

Традиционно тему ориентации в городе привязывают к целям передвижения горожан (туризм, покупки, проживание), тогда как суть проблемы в другом: меняется и городская среда, и ее «потребители», что создает предпосылки появления новых форм восприятия пространства города и взаимодействия с ним, соответственно происходит формирование предметно-пространственных средств для оптимизации этих процессов [8, с. 3].

Город – это не просто территория жизни социума, это и коммуникативно-социальный объект. Современное понимание города переходит за территориальные рамки и включает в себя восприятие городского пространства в контексте социального значения и связей [9].

В связи с изменениями условий среды обитания человека, появляются новые подходы к проектированию и благоустройству городских территорий и модернизируются существующие.

Такая ситуация требует ответа на вопросы о том, как формировать городскую среду, и все чаще приходится искать средства для создания комфортных, живых, функциональных, безопасных и узнаваемых населенных пунктов [10].

В этом свете важны работы Э. Дю Плесси, А. Дамазио, К.Н. Леду, которые отмечают серьезный сдвиг в современном понимании неврологами того, как мы сосредотачиваем внимание в процессе ориентации [11, с. 269–270]. Старая парадигма, восходя к Декарту, предполагает доминирование «рацио», разумности, относя эмоции к примитивным низшим реакциям [12, с. 99–100, с. 104–105]. Любой человек инстинктивно стремится к объектам, которые вызывают у него положительные эмоции, и старается избегать отрицательных [13, с. 120, 133–134; 14, с. 13, с. 26].

Самыми ранними свидетельствами невербальной коммуникации считаются образцы первобытного искусства - хорошо известные сегодня пещерные изображения каменного века, изучение которых, во-первых, дало представление о миграционных процессах этого периода истории, о быте, жизнедеятельности первобытных коллективов; и, во-вторых, дало общую картину культурно-исторической динамики знаковой системы и визуального языка. Дальнейшая эволюция системы «знака», невербальной коммуникации заметно ускоряется с прогрессом письменной культуры и культуры информации (фактов, сведений, новых открытий). Об этом написан, ряд интересных трудов М. К. Петрова, российского культуролога. Эти работы основывались, в том числе на богатом личном экспедиционном опыте, почерпанного и далее обобщенного, в период его участия в полевых исследованиях, где ученый на практике изучал расселение, передвижение разных племен, этносов, сопоставляя его с изменением в знаковой системе, знаковом кодировании информации. Строго говоря, по мере культурной динамики трансформации претерпевала визуальная культура невербальных знаковых коммуникаций между людьми.

Письменная культура в своем развитии стимулировала и развитие культуры визуальной: она приобрела новые смыслы. Теперь она сообщала не только информацию, но и получила контроль над эмоциями аудитории. Приведем характерный пример: «Я смотрю на предмет и вижу мир вокруг себя". Что означают эти утверждения? В повседневной жизни зрение или видение, по сути, является практическим средством ориентации. Это означает, что человеческий глаз фиксирует объект в определенном месте. Это процесс распознавания самых незначительных признаков [13; 15]. Все приводит к простоте формы, изображающей конкретное действие,

объект или направление. Как правило, предпочтение отдается той версии шаблона формы/фона, которая создает более простую целостную модель. Например, чем проще форма пространства между фигурами на рисунке, тем больше вероятность того, что оно будет восприниматься как отдельный узор, а не как бесконечный фон. Простота эффективна не только в форме модели, но и в его ориентации в пространстве [13, с. 222].

В контексте современных реалий это касается, в первую очередь, количества рекламы, которая сводится либо к минимуму, либо убирается

вовсе. Вывески с логотипами и названиями организаций приобретают нейтральный характер, вписанный в архитектурный стиль, цветопластику и содержание зданий и сооружений, учитывающий исторический контекст улицы/района, закладывая основу для визуально-экологичной городской инфраструктуры (рис. 1), [16]. Но также «знак» не должен «потеряться» в экстерьере или интерьере. Напротив, «знак» призван служить направляющим элементом, для чего, соответственно, нужна работа «на контрасте», чтобы «знак» был заметен на фоне улицы и выполнял заложенные свойства [5].



Рис. 1. Вид на общественное городское пространство на месте бывшего Хлебзавода №9, г. Москва (Источник: https://prorus.ru/projects/gorodskoe-obshchestvennoe-prostranstvo-hlebozavod-9-v-moskve)

Механизмы ориентирования в городской визуальной коммуникации. Современные мегаполисы как маршрутные системы настолько сложны, что их структура не может быть распознана на простом уровне восприятия [8, с. 3].

Многообразие визуальной коммуникации меняет характер восприятия, а его познание зависит от широкого разнообразия когнитивных механизмов, участвующих в адаптации содержания мысли к визуальным образам и их развитии посредством визуального мышления [5, 15].

Эффекты силы, передаваемые визуальными моделями, являются неотъемлемым свойством объекта восприятия, например, формы и цвета. Репрезентативная сила составляет основное содержание восприятия в повседневной жизни [13, с. 374].

Визуальные объекты можно разделить на те, для которых приоритетом является функциональность, и те, для которых приоритетом является красота или эстетика. Способность человека производить информацию намного превышает

его способность воспринимать и усваивать ее. В связи с этим, дизайнеры и архитекторы часто должны балансировать между функциональностью и эстетикой визуальных объектов в городском пространстве. Однако, слишком много информации, может привести к перенасыщению, что затрудняет восприятие и понимание. Важно учитывать особенности аудитории и создавать визуальные объекты, которые будут понятны и доступны для большинства людей [17]. Например, точкой притяжения, осуществляющей еще и функции ориентирования, может служить стритарт культура. Современная монументальная живопись - мурализм, объединяет специалистов разных сфер деятельности, для создания уникальных городских пространств и мест встречи (рис. 2), [5, 16]. Многие общественные городские пространства делают муралы своей визитной карточкой, где фраза «Давай встретимся у...» становится чем-то вроде пароля и объединяет людей.



Рис. 2. Вид на общественное городское пространство на месте бывшего Хлебзавода №9, г. Москва (Источник: https://hlebozavod9.ru/)

Заметим также: тактильные дорожки, звуковые сигналы, шрифт Брайля — не менее важные ориентиры, которые предусматриваются в обязательном порядке при проектировании. Причем, этот метод значим для выработки комплексного подхода к созданию безбарьерной среды и жизненно важных условий для свободного передвижения маломобильных групп населения. Так,

скажем, в «живом» городском пространстве можно расположить QR-коды, ведущие на интерактивные виртуальные карты (рис. 3), [16] с голосовым сопровождением и чат-системой, с возможностью установить «предупреждающую» вибрацию, например, о поворотах, для глухих и слабослышащих людей.

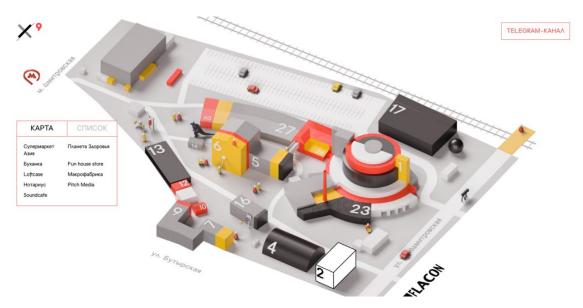


Рис. 3. Интерактивная карта-генплан с сайта общественного городского пространства на месте бывшего Хлебзавода №9, г. Москва (Источник: https://hlebozavod9.ru/)

В них будут указаны ближайшие медучреждения, магазины, достопримечательности и культурные объекты, места отдыха и досуга. Карты будут полезны туристам и местным жителям и станут отличным источником информации, в частности, для слабовидящих и слепых людей. В ряду позитивных апробированных примеров

назовем навигационную экосистему — московский метрополитен, который работает в связке с наземным транспортом. Попадая в подземные лабиринты подуличных переходов, объединенных с выходами из метро, человек в большой толпе, благодаря расположенным в нужном месте знакам визуальной навигации, с легкостью

маневрирует между станциями, преодолевая огромные расстояния за считанные секунды. Причем, пиктограммы имеют простую и узнаваемую для всех форму, что позволяет отличить

полезную информацию от важных предупреждений. Схемы, нумерация и указатели расположены на комфортных расстояниях с яркой подсветкой, для лучшей видимости (рис. 4), [5, 18].



Рис. 4. Проект визуальной навигации для Московского общественного транспорта (Источник: https://ru.pinterest.com/pin/748019819331656983)

Среди ярких и характерных признаков цифровой эпохи специалисты не без весомых оснований называют информационно-коммуникационную структуру — вербально-символьную систему ориентации (нумерация, текст, картинкасимвол) [8, с. 10–11; 14, с. 13–26], наиболее распространенную сегодня, и невербальную систему. И подчеркивают, что в результате преобразований, осуществляемых в рамках новой парадигмы, возникает структура или универсальный «пульт управления» (рис. 6), [16]. Он вполне понятен разным категориям пользователей, населению, позволяя без труда ориентироваться в окружающем пространстве. То есть, это говорит

о развитии вербально-символьной системы ориентации – информационно-коммуникационной.

В обществе современной цивилизации, будь то городской ландшафт, виртуальная реальность или компьютерные игры, или сухая структура информационной логистики, становится невозможным универсальное определение не только содержания, но и смысла визуальной коммуникации. Помимо визуальной природы языка коммуникации (т.е. его обращения к нашей способности зрительного восприятия), все остальное определяется только в локальном и непосредственном контексте, т.е. «здесь и сейчас» [5; 20]. Похоже, что в этих суждениях есть частичное согласие.



Рис. 6. Проект студии «WRS.design» для общественного городского пространства на месте бывшего Хлебзавода №9, г. Москва (Источник: https://hlebozavod9.ru/)

Нужно признать: в городах регионального масштаба отсутствуют дизайн-коды и слаженные механизмы ориентирования и визуальной коммуникации.

А между тем улицы, перекрестки, площади, доминирующие здания, витрины и пластика фасадов на первых этажах, завершения зданий и силуэт городских панорам служат интегральной градостроительной системой ориентации. Она должна быть положена в основу виртуальноцифровой и вербально-символьной навигации. При этом также возможно в основу визуального качества городской среды положить некий интегральный бренд. Для Иркутска, например, это бренд Байкальской воды [21].

Чтобы создать такую навигационную систему, которая позволит, с одной стороны, не зависеть от внешних источников информации, а с другой, быть свободным в выборе средств, нужно проанализировать историю и принципы градостроительной организации, а также ее особенности. Изучить современные тенденции города и локальный культурный слой, который позволит сформировать уникальный облик. Найти точки соприкосновения органов власти с общественностью, посредством социальных опросов и помощи в формировании комьюнити (сообществ), с целью объединения дизайнеров, градостроителей, художников для разработки дизайн-концепции территориального брендинга, развития идентичности региона и сохранения культурной среды города в процессе развития и модернизации [5, 15, 22, 23].

Заключение. Таким образом, в ходе рассуждений по заявленной тематике статьи, мы приходим к выводу о том, что сегодня крайне важно выстроить многосценарный технологический подход к решению проблемы и реализации проекта комфортной городской среды в условиях активной урбанизации. Это подразумевает использование различных инструментов и технологий, которые учитывают особенности всех групп населения и устраняют барьеры в доступности ресурсов и услуг: анализ территориальных особенностей региона; социальные опросы горожан; сбор и систематизация полученной информации; создание концепций и предложений, исходя из проанализированной информации; разработка нескольких вариантов визуального ряда; утверждение дизайн-проекта и реализация.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михайлов С.М. Дизайн современного города: комплексная организация предметно-пространственной среды (теоретико-методологиче-

- ская концепция): специальность 17.00.06 «Техническая эстетика и дизайн»: Автореферат на соискание доктора искусствоведения / Михайлов С. М.; Всероссийский научно-исследовательский институт технической эстетики. М. 2011. 57 с.
- 2. Михайлов С.М., Михайлова А.С. Пеше-ходная улица как арт-объект в дизайне современного города // Архитектура и строительство России. 2017. № 1. С. 76–83.
- 3. Павловская Е.Э. Основы дизайна и композиции: современные концепции. М.: Изд-во Юрайт, 2020. 120 с.
- 4. Крупенков А.Н. Пройдемся по старому городу. Б.: Изд-во Константа, 2012. 740 с.
- 5. Калинина Г.Н., Тикунова С.В., Орешкина С. Э Рационально и эстетически организованная городская среда (аксиология «места» и навигации) // Вестник МГУКИ. 2023. № 1 (111). С. 70–77
- 6. Воль Р.Р., Страусс А.Л. Символическая репрезентация и городская среда // Личность. Культура. Общество. 2015. Т. 17 № 87/88, вып. 3/4. С. 35–46.
- 7. Колин Э. Среда обитания. Как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие. М.: Изд-во Альпина Паблишер, 2020. 288 с.
- 8. Гаврюшкин А.В. Информационно-ориентационные аспекты дизайна городской среды: специальность «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия»: автореферат на соискание кандидата архитектуры. М., 2010. 27 с.
- 9. Волчкова И.М., Лазарева Э.А. Город как средоточие коммуникаций (проспект коллективной монографии) [Электронный ресурс]. Архитектон: известия вузов. 2008. №1(21). URL: http://archvuz.ru/2008_1/1 (дата обращения: 05.04.2023).
- 10.Щипалкин В.П. Использование принципов тактического урбанизма при реновации территории эспланады г. Перми [Электронный ресурс]. Архитектон: известия вузов. 2022. №2(78). URL: http://archvuz.ru/2022_2/22/_(дата обращения: 21.02.2023).
- 11.Плесси Э. Психология рекламного влияния. Как эффективно воздействовать на потребителей. СПб.: Изд-во Питер Пресс, 2007. 272 с.
- 12.Калинина Г. Н., Рыбалкина П. В. Проектное мышление и «человек проектирующий» (философско-культурологическая экспликация) // Человек и культура. 2018. № 5. С. 13–20. DOI: 10.25136/2409-8744.2018.5.27073
- 13. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. М.: Изд-во Прогресс, 1974. 384 с.
- 14. Баркова Э.В. Визуальная коммуникация в эко-ориентированных целях развития культуры // Визуальная коммуникация в социокультурной

динамике. К.: Изд-во Казан. ун-та. 2015. С. 13–26.

15. Вашунина И.В., Егорова Л.А., Рябова М. Э. Визуальная коммуникация в соотношении оффлайн и онлайн: Специфика восприятия в современном социокультурном дискурсе // Общероссийский научный журнал о мире образования. Преподаватель XXI век. 2018. № 3, часть 2. С. 292–305.

16.Общественное городское пространство Хлебзавод №9 [Электронный ресурс]. Сайт. URL: https://hlebozavod9.ru/ (дата обращения: 21.02.2023).

17.Шевченко В.Э. Теоретические основы визуальной коммуникации // Научные ведомости. Серия Гуманитарные науки. 2013. №20 (163), вып. 19. С. 174–180.

18. Навигация в подуличных переходах Московского метро [Электронный ресурс]. Сайт. URL: https://www.artlebedev.ru/metro/passagenavigation/ (дата обращения: 21.02.2023).

19.Новый язык коммуникаций Московского транспорта [Электронный ресурс]. Сайт. URL: https://www.artlebedev.ru/deptrans/mostransport/ (дата обращения: 21.02.2023).

20.Салмин Л.Ю. Визуальные коммуникации. Новая реальность [Электронный ресурс]. Архитектон: известия вузов. 2016. №4 (56). URL: http://archvuz.ru/2016_4/5_(дата обращения: 21.02.2023).

21. Большаков А.Г. Градостроительная форма городского ландшафта как условие и результат планирования и регулирования градостроительной деятельности в Иркутске // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2010. № 7 (47). С. 70–80.

22.Лесовик В.С., Шеремет А.А., Чулкова И.Л., Журавлева А.Э. Геоника (геомиметика) и поиск оптимальных решений в строительном материаловедении // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2021. Т. 18–№ 1(77). С. 120–134. DOI: https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-1-120-134

23. Михайлов С.М., Михайлова А.С. Время индустриального дизайна // Социокультурные проблемы дизайна. РнД.: Изд-во Антей, 2008. С. 35–46.

24. Борисов С.Н., Борисова О.С., Калинина Г.Н. Знание и наука: культурно-историческая эволюция и современность: учебное пособие. Б.: ИЗД-ВО ИПК БГИИК, 2016. 192 с.

25. Глазычев Л.Г., Егоров М.М., Ильина Т.В. Городская среда. Технология развития: Настольная книга. М.: Изд-во Ладья, 1995. 240 с.

26. Калинина Г.Н., Тикунова С.В. Репрезентация средового пространства как образа жизни, творчества и реализации индивидуума // Научный рецензируемый журнал. Наука. Искусство. Культура. 2021. № 2 (100). С. 99–105.

27. Михайлов С.М. Интерактивность как определяющий признак дизайна постиндустриального общества // Научно-технический журнал по дизайну и архитектуре. Дизайн-ревю. 2010. № 1–4.

28. Михайлов С.М. От абстрактного к конкретному, от конкретного к абстрактному // Проблемы дизайна-5: Сб. РАХ/Под ред. В. Р. Аронова. М.: Изд-во Артпроект, 2009. С. 70–77.

29. Нехамкин А.Н., Нехамкин В.А. Социальное прогнозирование: достижения, недостатки, пути совершенствования // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Философские науки. 2020. № 2. С. 57–59.

30.Тикунова С.В. Идентичность человека и городского архитектурно-ландшафтного пространства: точки пересечения и разрыва // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. 2021. № 2 (100). С. 88–95. DOI:10.24412/1997-0803-2021-2100-88-95

31.Тетиор А.Н. Архитектурно-строительная экология. Здоровые города. М.: Изд-во Академия, 2008. 368 с.

32.Шимко В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории (средовой подход). М.: Изд-во Архитектура-С., 2009. 408 с.

Информация об авторах

Тикунова Светлана Владимировна, кандидат философских наук, доцент кафедры дизайна архитектурной среды, заведующий кафедрой дизайна архитектурной среды. E-mail: svetlanatikunova@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, Россия, 308000, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Калинина Галина Николаевна, доктор философских наук, доцент, профессор кафедры философии, культурологии, науковедения. E-mail: galakalinina@inbox.ru. Белгородский государственный институт искусств и культуры, Россия, 308033, г. Белгород, ул. Королева д. 7.

Большаков Андрей Геннадьевич, доктор архитектуры, профессор. E-mail: bolshakov1958@istu.edu. Иркутский национальный исследовательский технический университет, Россия, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Орешкина Софья Эдвардовна, магистрант. E-mail: sonya.oreshkina@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, Россия, 308000, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Шеремет Алена Анатольевна, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций, старший преподаватель кафедры дизайна архитектурной среды. E-mail: ajiyonka@ya.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 22.02.2023 г.

© Тикунова С.В., Калинина Г.Н., Большаков А.Г., Орешкина С.Э., Шеремет А.А. 2023

^{1,*}Tikunova S.V., ²Kalinina G.N., ³Bolshakov A.G., ¹Oreshkina S.E., ¹Sheremet A.A.

¹Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

²Belgorod State Institute of Arts and Culture

³Irkutsk National Research Technical University

*E-mail: svetlanatikunova@yandex.ru

VISUAL COMMUNICATIONS AND TOOLS OF A DIGITAL NAVIGATION SYSTEM IN THE CONTEXT OF URBANIZATION OF URBAN SPACE

Abstract. The article deals with the system of urban visual communication as the basic principle of nonverbal interactions in the conditions of modern urbanization, aimed at the formation of comfortable urban space for living. The main part of the article is devoted to the study of the visual field of the urban environment and its development in the light of anthropological and socio-cultural patterns. The features of visual space in a large modern city, immersed in the digital age, are analyzed. It reveals the environment-forming possibilities by creating a navigation system and mastering the means and examples of visual-artistic formation of the urban environment. It is argued that a rational system of visual graphic signs increases one's ease of orientation in an urban environment, reduces the negative impact of "side-effects" - the constant satellites of urban communications, reduces the risks of information noise, etc. The research and analysis reveals the author's view of the architectural and urban situation in the regions, which is the basis for recommendations to improve the regional policy to enhance the management of urban navigation development, where the multi-scenario approach and the system of visual graphic signs will solve the problem of orientation, information overload, as well as help regulate the flow of people and the transit of land transport in the subject-spatial situations.

Keywords: city, urbanization, human, quality of life, visual communications, digital navigation, design project.

REFERENCES

- 1. Mikhailov S.M. Design of modern city: complex organization of object-spatial environment (theoretical and methodological concept) [Dizain sovremennogo goroda: kompleksnaya organizatsiya predmetno-prostranstvennoi sredi (teoretiko-metodologicheskaya kontseptsiya)]: specialty 17.00.06 "Technical aesthetics and design": Doctor of Arts degree / Mikhailov S. M.; All-Russian Research Institute of Technical Aesthetics. Moscow, 2011, 57 p. (rus)
- 2. Mikhailov S.M., Mikhailova A.S. Pedestrian Street as an art object in the design of a modern city [Peshekhodnaya ulitsa kak art-obekt v dizaine sovremennogo goroda]. Architecture and Construction of Russia. 2017. No. 1. Pp. 76–83 (rus).
- 3. Pavlovskaya E.E. Fundamentals of design and composition: modern concepts [Osnovi dizaina i kompozitsii: sovremennie kontseptsii]. Moscow: Publishing house Jurait, 2020, 120 p. (rus)
- 4. Krupenkov A.N. Let's walk through the old town [Proidemsya po staromu gorodu]. Belgorod: Constanta Publishing House, 2012, 740 p. (rus)

- 5. Kalinina G.N., Tikunova S.V., Oreshkina S.E. Rationally and aesthetically organized urban environment (axiology of "place" and navigation) [Racional'no i esteticheski organizovannaya gorodskaya sreda (aksiologiya «mesta» i navigacii)]. Vestnik MGUKI. 2023. No. 1 (111). Pp. 70–77 (rus).
- 6. Wohl R.R., Strauss A.L. Symbolic Representation and Urban Environment [Simvolicheskaya reprezentatsiya i gorodskaya sreda]. Personality. Culture. Society. 2015. Vol. 17, No. 87/88, Vol. 3/4. Pp. 35–46. (rus)
- 7. Colin E. Habitat. How architecture affects our behavior and well-being [Sreda obitaniya. Kak arkhitektura vliyaet na nashe povedenie i samochuvstvie]. Moscow: Alpina Publisher, 2020, 288 p. (rus)
- 8. Gavrushkin A.V. Information-oriented aspects of urban environment design [Informatsionno-orientatsionnie aspekti dizaina gorodskoi sredi]: specialty "Theory and History of Architecture, Restoration and Reconstruction of Historical and Architectural Heritage": Abstract for Candidate of Architecture. Moscow, 2010, 27 p. (rus)

- 9. Volchkova I.M., Lazareva E.A. The city as the Centre of Communications [Gorod kak sredotochie kommunikatsii] (Prospectus of collective monograph). Architecton: Proceedings of Higher Education Institutions. 2008. No. 1 (21). URL: http://archvuz.ru/2008_1/1 (date of treatment: 05.04.2023) (rus)
- 10. Shchipalkin V.P. Use of Tactical Urbanism Principles in Renovation of the Esplanade Territory of Perm [Ispolzovanie printsipov takticheskogo urbanizma pri renovatsii territorii esplanadi g. Permi]. Architecton: The Izvestiya Vuzov. 2022. No. 2 (78). URL: http://archvuz.ru/2022_2/22/ (date of treatment: 21.02.2023). (rus)
- 11. Plessy E. The Psychology of Advertising Influence. How to Effectively Influence Consumers [Psikhologiya reklamnogo vliyaniya. Kak effektivno vozdeistvovat na potrebitelei]. St. Petersburg: Peter Press Publishing House, 2007, 272 p. (rus)
- 12.Kalinina G.N., Rybalkina P.V. Design thinking and "man designing" [Proektnoe mishlenie i «chelovek proektiruyushchii»] (philosophical-cultural explication). Man, and Culture. 2018. No. 5. Pp. 13–20. DOI:10.25136/2409-8744.2018.5.27073 (rus)
- 13. Arnheim R. Art and visual perception [Iskusstvo i vizualnoe vospriyatie]. Moscow: Progress Publishing House, 1974, 384 p. (rus)
- 14. Barkova E.V. Visual Communication in Eco-Oriented Development Goals of Culture [Vizualnaya kommunikatsiya v eko-orientirovannikh tselyakh razvitiya kulturi]. Visual Communication in Socio-Cultural Dynamics. Kazan: Kazan University Press, 2015, Pp. 13–26. (rus)
- 15. Vashunina I.V., Egorova L.A., Ryabova M.E. Visual communication in the relationship of offline and online: the specifics of perception in contemporary socio-cultural discourse [Vizualnaya kommunikatsiya v sootnoshenii offlain i onlain: Spetsifika vospriyatiya v sovremennom sotsiokulturnom diskurse]. All-Russian scientific journal on the world of education. Teacher XXI century. 2018. No. 3, part 2. Pp. 292–305. (rus)
- 16. Public urban space of bakery № 9 [Obshchestvennoe gorodskoe prostranstvo Hlebzavod №9]. Website. URL: https://hlebozavod9.ru/ (date of treatment: 21.02.2023).
- 17. Shevchenko V.E. Theoretical Foundations of Visual Communication [Teoreticheskie osnovy vizual'noj kommunikacii]. Scientific Bulletin. Humanities Series. 2013. No.20 (163), issue 19. Pp. 174–180. (rus)
- 18. Navigation in the subway passages of Moscow metro [Navigaciya v podulichnyh perekhodah Moskovskogo metro]. URL: https://www.artlebedev.ru/metro/passage-navigation/ (date of treatment: 21.02.2023).

- 19. New communication language of Moscow transport [Novyj yazyk kommunikacij Moskovskogo transporta]. URL: https://www.artlebedev.ru/deptrans/mostransport/ (date of treatment: 21.02.2023).
- 20. Salmin L.Y. Visual communications. New reality [Vizual'nye kommunikacii. Novaya real'nost'] [Electronic resource]. Architekton: Izvestiya vuzov. 2016. No. 4 (56). URL: http://archvuz.ru/2016_4/5 (date of treatment: 21.02.2023). (rus)
- 21. Bolshakov A.G. The urban form of the urban landscape as a condition and result of planning and regulation of urban development in Irkutsk [Gradostroitel'naya forma gorodskogo landshafta kak uslovie i rezul'tat planirovaniya i regulirovaniya gradostroitel'noj deyatel'nosti v Irkutske]. Bulletin of the Irkutsk State Technical University. 2010. No. 7 (47). Pp. 70–80. (rus)
- 22. Lesovik V.S., Sheremet A.A., Chulkova I.L., Zhuravleva A.E. Geonics (geomimetics) and search for optimal solutions in construction materials science [Geonika (geomimetika) i poisk optimal'nyh reshenij v stroitel'nom materialovedenii]. Bulletin of Siberian State Automobile and Road University. 2021. Vol. 18-No 1(77). Pp. 120–134. DOI:10.26518/2071-7296-2021-18-1-120-134 (rus)
- 23. Mikhailov S.M., Mikhailova A.S. Time of Industrial Design [Vremya industrial'nogo dizajna]. Sociocultural Problems of Design. Rostov-on-Don: Antaeus Publishing House. 2008. Pp. 35-46. (rus)
- 24. Borisov S.N., Borisov O.S., Kalinina G.N. Knowledge, and science: cultural and historical evolution and the present [Znanie i nauka: kul'turno-istoricheskaya evolyuciya i sovremennost']: a training manual. Belgorod: Publisher IPK BGIIC, 2016, 192 p. (rus)
- 25. Glazychev L.G., Egorov M.M., Ilyina T.V. Urban Environment. Development Technology: Handbook [Gorodskaya sreda. Tekhnologiya razvitiya: Nastol'naya kniga]. Moscow: Ladia Publishing, 1995, 240 p. (rus)
- 26. Kalinina G.N., Tikunova S.V. The representation of environmental space as a way of life, creativity, and realization of the individual [Reprezentaciya sredovogo prostranstva kak obraza zhizni, tvorchestva i realizacii individuuma]. Scientific peer-reviewed journal. Science. Art. Culture. 2021. No. 2 (100). Pp. 99–105. (rus)
- 27. Mikhailov S.M. Interactivity as a defining feature of design of post-industrial society [Interaktivnost' kak opredelyayushchij priznak dizajna postindustrial'nogo obshchestva]. Scientific and Technical Journal of Design and Architecture. Design Review. 2010. No. 1–4. (rus)
- 28. Mikhailov S.M. From abstract to concrete, from concrete to abstract [Ot abstraktnogo k konkretnomu, ot konkretnogo k abstraktnomu].

Problems of Design-5: Collection of RAKh. Moscow: Artproject Publisher. 2009. Pp. 70–77. (rus)

- 29. Nehamkin A.N., Nehamkin V.A. Social Forecasting: Achievements, Deficiencies, Ways to Improve [Social'noe prognozirovanie: dostizheniya, nedostatki, puti sovershenstvovaniya]. Bulletin of the Moscow State Regional University. Series: Philosophical Sciences. 2020. No. 2. Pp. 57–59. (rus)
- 30. Tikunova S.V. The identity of man and urban architectural and landscape space: points of intersection and rupture [Identichnost' cheloveka i gorodskogo arhitekturno-landshaftnogo prostranstva:
- tochki peresecheniya i razryva]. Bulletin of the Moscow State University of Culture and Arts. 2021. No. 2 (100). Pp. 88–95. DOI:10.24412/1997-0803-2021-2100-88-95 (rus)
- 31. Tetior A.N. Architectural and Construction Ecology. Healthy Cities. [Arhitekturno-stroitel'naya ekologiya. Zdorovye goroda]. Moscow: Academia Publishing House, 2008. 368 p. (rus)
- 32. Shimko V.T. Architectural Design. Fundamentals of Theory (Environmental Approach) [Arhitekturno-dizajnerskoe proektirovanie. Osnovy teorii (sredovoj podhod)]. Moscow: Architecture-S Publisher, 2009. 408 p. (rus)

Information about the authors

Tikunova, Svetlana V. PhD in Philosophy, Associate Professor at the Department of Architectural Environment Design, Head of the Department of Architectural Environment Design. E-mail: svetlanatikunova@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 46 Kostyukova str., Belgorod, 308012, Russia.

Kalinina, **Galina N.** Doctor of Philosophy, Associate Professor, Professor of Chair of Philosophy, Culturology, Science. E-mail: galakalinina@inbox.ru. Belgorod State Institute of Arts and Culture. Russia, 308033, Belgorod, Koroleva str. 7.

Bolshakov Andrey, G. Doctor of Architecture, Professor. E-mail: bolshakov1958@istu.edu. Irkutsk National Research Technical University, 83 Lermontova St., Irkutsk, 664074, Russia.

Oreshkina, Sofia E. Student, E-mail: sonya.oreshkina@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 46 Kostyukova str., Belgorod, 308012, Russia.

Sheremet, Alena A. Postgraduate student of the Department of Building Materials Science, Products and Structures, Senior Lecturer of the Department of Architectural Environment Design. E-mail: ajiyonka@ya.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 46 Kostyukova str., Belgorod, 308012, Russia.

Received 22.02.2023

Для цитирования:

Тикунова С.В., Калинина Г.Н., Большаков А.Г., Орешкина С.Э., Шеремет А.А. Визуальные коммуникации и средства цифровой навигационной системы в условиях урбанизации городского пространства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 7. С. 27–36. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-27-36

For citation:

Tikunova S.V., Kalinina G.N., Bolshakov A.G., Oreshkina S.E., Sheremet A.A. Visual communications and tools of a digital navigation system in the context of urbanization of urban space. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 7. Pp. 27–36. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-27-36

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-37-50 *Качемцева Л.В., Леонидова Е.Н.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова *E-mail: kachemtsevalubov@gmail.com

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ПЕРВОГО ПОСЛЕВОЕННОГО ДЕСЯТИЛЕТИЯ В Г. БЕЛГОРОДЕ (НА ПРИМЕРЕ КВАРТАЛА, ОГРАНИЧЕННОГО ПРОСПЕКТОМ Б. ХМЕЛЬНИЦКОГО И УЛИЦАМИ ШЕВЧЕНКО, ПАРКОВОЙ)

Аннотация. Кварталы малоэтажных жилых домов первого послевоенного десятилетия в Белгороде составляют основу архитектурного наследия «сталинской эпохи». Данное исследование направлено на анализ архитектурных особенностей жилой застройки первого послевоенного десятилетия в городе Белгороде на примере квартала, ограниченного проспектом Б. Хмельницкого, улицами Шевченко и Парковой. В основу исследования положен комплексный подход, в работе использованы методы ретроспективного, градостроительного, композиционного анализа. Проявлены особенности обозначенного в работе временного периода для истории советской архитектуры и Белгорода как городского образования. Рассмотрено современное состояние квартала и его месторасположение в градостроительной структуре Белгорода. Определены роль и место квартала в трансформации и дальнейшем развитии планировочной структуры города в послевоенный период. Проанализирована композиция пространственно-планировочного построения квартала и фронта его застройки. Определены особенности взаимодействия квартальной застройки с его окружением и рельефом местности. В статье затронуты вопросы разработки типовых проектов жилых домов и технологии возведения зданий для массовой застройки в послевоенный период. Обозначены основные серии типовых проектов и проектные организации, занимавшиеся их разработкой. Выявлены основные типовые проекты жилых домов, использованные в застройке квартала. Проанализированы конструктивные, планировочные, композиционные, архитектурные особенности жилых зданий квартала.

Ключевые слова: архитектурные особенности, жилая застройка, квартал, послевоенная архитектура, архитектурное наследие сталинской эпохи, типовые проекты.

Введение. Первое послевоенное десятилетие (1945–1955 годы) оставило в РСФСР и других республиках Советского Союза обширное и разнообразное архитектурное наследие. В 1945 году страна приступила к восстановлению разрушенных во Второй мировой войне городов. В послевоенной архитектуре неоклассицизм был определяющим стилем в планировке и застройке восстанавливаемых городов. В столицах союзных республик, областных центрах и крупнейших городах появлялись монументальные архитектурные произведения, которые должны были внушать уверенность в скором восстановлении страны, безусловном грядущем всеобщем процветании и демонстрировать гордость народа-победителя. Наследие этого периода советской архитектуры привлекает внимание ученых уже долгие годы, но интерес к нему не угасает [1]. Дискуссии и публикации, посвященные «сталинской архитектуре», демонстрируют неоднозначность оценки отечественными и зарубежными исследователями этого феномена [2, 3]. В центре внимания обычно оказываются общие вопросы стиля [4, 5], крупнейшие, знаковые объекты и ансамбли [6], созданные в этот период и творчество столичных архитекторов [7]. В небольших и малых городах, к числу которых относился тогда и Белгород, также активно велось строительство

общественных и особенно жилых зданий. Послевоенная архитектура малых городов, обладающая своими особенностями, все чаще становится объектом исследования. Для Белгорода, понесшего огромные потери и разрушения во время Второй мировой войны, изучение архитектуры первого послевоенного десятилетия особенно актуально.

Цель статьи — выявить архитектурные особенности жилой застройки первого послевоенного десятилетия (1945–1955 годы) в городе Белгороде на примере квартала, ограниченного проспектом Б. Хмельницкого, улицами Шевченко и Парковой.

Объект исследования – жилая застройка первого послевоенного десятилетия (1945–1955 годы) в городе Белгороде.

Предмет исследования – архитектурные и градостроительные составляющие застройки квартала, ограниченного проспектом Б. Хмельницкого, улицами Шевченко и Парковой.

Материалы и методы. В работе использован комплексный подход к исследованию объекта. Авторами проанализирован и систематизирован значительный объем историко-теоретической и краеведческой литературы, периодики, архивных, проектных и иллюстративных материалов. Использованы методы ретроспективного,

градостроительного, композиционного анализа, проделана графоаналитическая работа, выполнены натурные исследования архитектурных объектов и их фото-фиксация.

С начала XXI века в России наблюдается всплеск интереса к «сталинской архитектуре», проявляющийся в ее научном изучении. У ученных к этому времени сформировалось «не столько оценочное, сколько целостно-ценностное отношение к предмету исследования, понимание его взаимосвязей со сложнейшим историческим и культурным контекстом, стремление не оценить, а скорее объяснить то или иное явление» [1]. Произошло не столько переосмысление, сколько расширение предмета исследования.

В 2007 году НИИТИАГ РААСН в Москве была организована и проведена научная конференция «Архитектура сталинской эпохи». На ней российскими ученными было сделано более 40 докладов, которые проявили сложность и противоречивость феномена советской архитектуры и градостроительства 1930-1950-х годов. На конференции обсуждались социокультурный и формально-стилистический аспекты «сталинской архитектуры». Ряд докладов был посвящен формированию столичных «эталонов» застройки, и творчеству ведущих архитекторов этой эпохи, а также рассматривались зарубежные аналоги и взаимное влияние их с отечественной архитектурой того периода. Сборник докладов был опубликован [8].

В монографии Ю.Л. Косенковой [9] рассматриваются восстановление и реконструкция городов СССР в последние годы Великой Отечественной войны и послевоенное десятилетие. Особое внимание автором уделено исследованию архитектурно-градостроительного мышления этого времени, выявлению специфики концептуально-творческих, организационно-управленческих, практических аспектов послевоенного советского градостроительства.

Вопросы региональной специфики архитектурно-градостроительных процессов в стране в сталинский период все чаще становятся предметом рассмотрения исследователей. В статьях Н.В. Касьянова [10], Е.В. Конышевой [11], О.В. Орельской [12], Г.В. Есаулова [13], Е.В. Малеко [14], Н.Ю. Васильева [15], Е.Б. Овсянниковой [15], Н.В. Пономаренко [16] рассматривают особенности сталинской архитектуры различных регионов и отдельных городов России. Этой тематике в последние годы посвящаются монографии [17].

За границей в последнее время появлялись публикации, в которых так же предпринимались попытки осмыслить архитектурное и градостроительное наследие сталинской эпохи. Это работы

В. Паперного [18], М. Рютер [19], К. Кларк [20], Д. Удовицкого-Зельб [21], К. Лебоу [22], Х. ДеХаан [23], Э. Калашникова [24].

Особенностям архитектуры жилой застройки советских городов в послевоенный период посвящены статьи Н.В. Устюговой [25], А.В. Коневой [25], А.С. Улько [26], И.М. Ястребовой [26], И.В. Шпакова [27, 28]. Типологию жилищного фонда послевоенного периода в Белгороде рассматривает в своей работе В.Ю. Попова [29].

Основная часть. Между разрушительными, трагическими событиями Второй мировой войны и знаковыми событиями 1954 года, когда Белгород, некогда провинциальный город, стал центром вновь образованной области, прошло чуть менее десяти лет. Приобретение городом статуса областного центра по времени практически совпала с изменением идеологической и эстетической доктрины в государстве. После ухода из жизни в 1953 году И.В. Сталина отношение советского руководства к архитектуре и гражданскому строительству стало меняться. На Всесоюзном совещании строителей, состоявшемся 7 декабря 1954 года, «практика украшательства в архитектуре была подвергнута резкой критике. Было решено всемерно развивать индустриальные методы строительства и типовое проектирование, повышать темпы строительства и увеличивать его экономичность». А Постановление № 1871 ЦК КПСС и СМ СССР, от 4 ноября 1955 года, «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве» окончательно завершило эпоху советского монументального классицизма в проектировании и строительстве зданий и сооружений в Советском Союзе. Развитие архитектуры пошло по другой траектории, сосредоточившись на утилитарных, технологических и функциональных проблемах.

Представительские общественные здания и сооружения, соответствовавшие своим масшта-бом и архитектурой новому статусу города, стали появляться в центре Белгорода в середине 1950-х — начале 1960-х годов. Некоторые из них, еще сохраняли формальную связь со «сталинской архитектурой», но возводились они в большей части вне ее временных рамок, в период становления новых архитектурных трендов.

Основная часть архитектурного наследия «сталинской эпохи» в Белгороде — это жилые кварталы двух-, трехэтажных домов первого послевоенного десятилетия. Жилые кварталы — основная клеточная ткань городской планировки того периода. В первой половине 1950-х годов на северной окраине Белгорода вблизи нынешнего Центрального парка активно строились жилые

дома. В настоящее время это внутренняя территория города, практически его центр, где в последние годы ведется новое строительство со сносом старой застройки. Исчезают отдельные дома и целые кварталы, меняется масштаб и стиль архитектуры.

Впервые очертания квартала, которому посвящено исследование, появились на генплане Белгорода 1945 года, разработанного Гипрогором (рис. 1). В соответствии с ним город должен был прирасти на севере, северо-западе новыми территориями, на которых планировалось создание новых жилых кварталов, зеленных зон. Здесь же располагался котлостроительный завод, строительство которого началось еще в 1939 году, было прервано Второй мировой войной и возобновилось в 1945 году. Присланный из Москвы проект был составлен без геодезической подосновы, что затруднило его воплощение и потребовало проведение курским Облпроектом геодезической съемки города и переработки проекта. До составления нового генплана отдельные фрагменты проекта Гипрогора были реализованы, в частности, разбивка некоторых новых кварталов рядом с будущим Центральным парком.

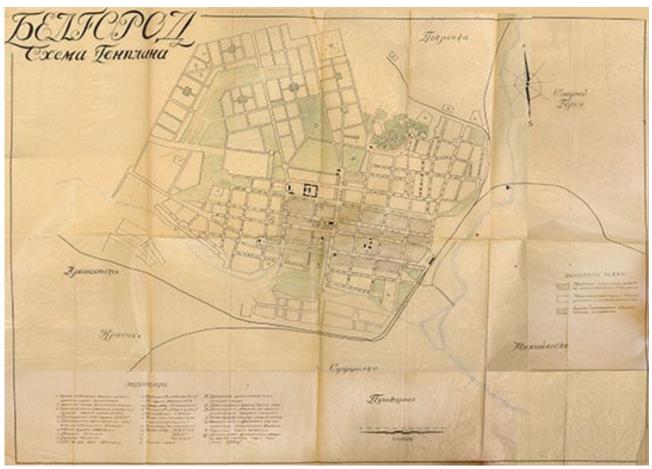


Рис. 1. Генплан Белгорода 1945 года [https://shiva16.livejournal.com/41993.html]

Сейчас квартал ограничен проспектом Б. Хмельницкого, улицами Шевченко и Парковой, соседствует с Центральным парком (рис. 2). Западная, длинная его сторона развернута вдоль проспекта Б. Хмельницкого. Короткая улица Шевченко, соединяющая под прямым углом проспект Б. Хмельницкого и ул. Парковую, определяет северную границу квартала. Улица Парковая с двумя изломами, огибает квартал, задавая очертания его сторон на востоке, юго-востоке и входит в пр. Б. Хмельницкого под прямым углом. На участке ощутимый перепад рельефа с северовостока на юго-запад. В создании композиции квартала применяются принципы золотого сечения. План квартала построен на основе двух квадратов, при этом сторона квадрата определяет ширину квартала (рис. 3). Южная часть квартала срезана под углом 50° от длинной стороны прямоугольника внутри первого квадрата. На первый взгляд это кажется не логичным относительно геометрической и композиционной логики квадрата, где, как правило, используются углы 45° и 90°. Ожидаемо обнаружить угол 45°. Но здесь осуществляется переход от логики квадрата к логике прямоугольника, задающего границы этой южной части квартала.

Данная территория отличается от северной и обладает собственной уникальностью. Линии рельефа на этом участке фактически направлены по диагонали к его сторонам. В этом случае вертикальная планировка решается с помощью подпорной стены, формирующей контур территории со своей отметкой, где помещают здание, четко ориентированное под углом 50°. Положение линии ориентации здания, а также границы и геометрия подпорной стены в северо-западном направлении не случайны. Их определяет радиус (желтый цвет), полученный отбрасыванием перпендикуляра к длинной стороне прямоугольника в процессе построения пропорции золотого сечения. Движением вниз радиус отсекает небольшой

отрезок на короткой стороне прямоугольника. Вычитание этого отрезка, как своего рода модуля, из короткой стороны снизу и длинной стороны от точки пересечения радиуса вверху, дает две точки, соединением которых получена диагональная линия под углом 50° (розовый цвет). На эту линию и посажено центрального здание участка, перпендикулярно существующему рельефу, преобразованному в площадку, с помощью подпорной стены. Это композиционное направление влияет на формообразование углового здания, обращенного к парку с углом 130° в плане и подобной ему постройки хозяйственного назначения вдоль подпорной стены на следующем уровне с отметкой выше.

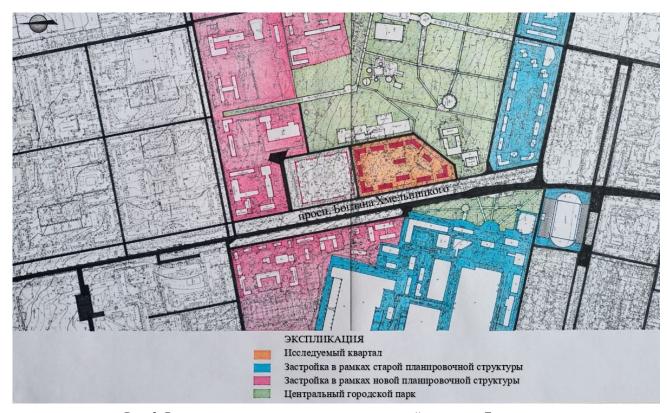


Рис. 2. Расположение квартала в градостроительной структуре Белгорода

В первой половине 1950-х годов квартал был застроен двухэтажными домами. Основная часть этих домов выходила на красную линию застройки с разрывом друг от друга, в отличие от классицистического принципа сплошной «парадной» застройки вдоль улиц. Единственный трехэтажный дом возведен внутри квартала позже, в начале 1960-х годов. Во внутреннем пространстве северной прямоугольной части квартала находились ряды хозяйственных построек. На трех из четырех углов квартала располагались гобразные в плане здания, корпуса которых пересекались под прямым углом. Излом плана дома,

находившегося на переломе ул. Парковой, соответствовал углу этого поворота. Остальные прямоугольные в плане здания, развернуты вдоль охватывающих квартал улиц и проспекта. Застройка, выходящая на проспект Б. Хмельницкого, была организована по принципу зеркальной симметрии. По оси западного фронта застройки располагалось здание с отступом от красной линии, которая фиксировалась невысоким кирпичным забором с балясинами. Прием глубинной композиции использовался и на юго-восточной стороне квартала. Принцип зеркальной симметрии положен и в основу северного «бокового фасада» квартала.

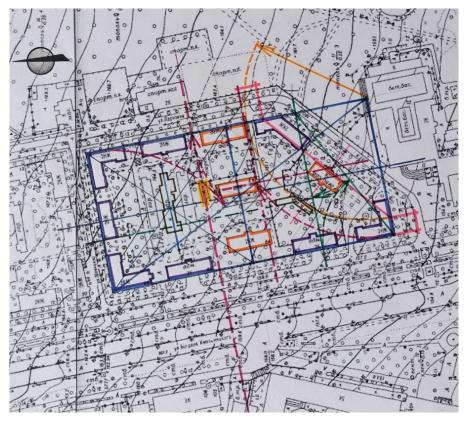


Рис. 3. Композиционный анализ квартала

В связи с острой необходимостью восстановления жилого фонда и нехваткой архитекторов и строителей на местах в отечественном домостроении в конце 1940-х годов началась разработка серийного жилья. Типовые серии домов стали массово строить с начала 1950-х годов. Распространение тех или иных типовых серий, домов, квартир в различных регионах страны зависело от планов и задач, решаемых советским правительством в то время. В первое послевоенное десятилетие в основном строились дома небольшой этажности в 2-5 этажей. Благодаря простоте конструктивного решения и экономичной планировке квартир, в малых городах и посёлках широкое распространение получила серия № 228 («Горстройпроект») и похожие на нее серии № 201-206, 211, 221-227, 241, 242, 261, 262. Комплексные серии насчитывали до 50 типовых проектов. Их разработкой занимались «Государственные архитектурные мастерские», «Гипроавиапром», «Военпроектом», «Союзстромпроект», «Техбюро Академии архитектуры» и др.

Типовые проекты позволяли максимально упростить технологические процессы возведения зданий на местах. Это было актуально, в связи с острой нехваткой квалифицированных строителей. Строители выполняли кладку и монтаж конструкций по подробным схемам/рисункам. Все составные части здания и детали производились на одном предприятии, что обеспечивало соблюдение технологии их изготовления. На стройках

ввели сухую штукатурку, убрав мокрые процессы. Лепные архитектурные детали изготавливали в гипсовых мастерских, а для деталей, которые нужно было выполнять с использованием кладки, делали шаблоны в масштабе 1:1. Отчеты ГАСК по Курской области (тогда в нее входил и Белгород) за 1947–1954 годы свидетельствуют о том, что даже с такими упрощениями и регламентацией всех процессов, почти половина всех зданий принималась в эксплуатацию с оценкой «удовлетворительно».

В застройке квартала использовались типовые проекты домов серии № 228, одной из лучших в послевоенный период. Для создания возможности ансамблевой застройки поселков, кварталов, улиц в этой серии были разработаны проекты разные по объему, силуэту и композиционным приемам решения фасадов, но близкие по характеру архитектуры. Проектировалась серия № 228 в «Горстройпроекте» при Министерстве строительства предприятий тяжёлой индустрии.

На углах квартала по адресам проспект Б. Хмельницкого, 60, 68 (не сохранился), улица Парковая, 7 (не сохранился) по проекту № 1-228-5 (рис. 4) были построены 18-квартирные двухэтажные угловые дома с тремя подъездами со стороны двора. Авторы проекта архитекторы С.П. Селивановский, С.П. Тургенев, В.И. Богомолов. Стены зданий были возведены из красного кирпича, межэтажные перекрытия — дере-

вянные, крыша — скатная стропильная. Два треугольных фронтона и эркеры под ними, фланкирующие угловую секцию, и балконы второго этажа были основными акцентами на фасадах. Углы построенных в квартале зданий были рустованы. Пластика фасадов была обогащена рядами балясин в подоконных нишах первого этажа и розетками под окнами второго этажа. Чередование развитых, массивных, со стилизованным замковым камнем оконных обрамлений с простыми минимально пластически проработанными обрамлениями создавали особый ритм уличных фасадов (рис. 5).

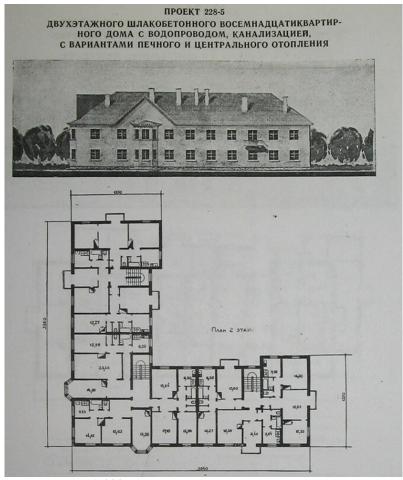


Рис. 4. Типовой проект 1-228-5 Восемнадцати квартирный двухэтажный угловой дом. Архитекторы: С.П. Селивановский, С.П. Тургенев, В.И. Богомолов [https://taburent.ru/sovetskie-tipovye-proekty-1930-50-h-gg-v-samare-seriya-228]



Рис. 5. Проспект Богдана Хмельницкого, дом 60. Общий вид. Серия: 1-228-5 [https://su-maloetazhki.livejournal.com/tag/1-228]

В застройке квартала также использовался проект № 1-228-7, общежитие на 100 человек архитектора Н.М. Вавировского (рис. 6). По этому проекту построены сохранившиеся до наших дней дома по адресам проспект Б. Хмельницкого, 62, 64 (рис. 7). Стены зданий – кирпичные, перекрытия между этажей выполнены из дерева, крыша — скатная, с деревянными стропилами. Это двухэтажные прямоугольные в плане дома с коридорной планировкой, с входом и лестницей на поперечной оси плана и развитым входным

холлом. Исходный проект был несколько изменен. На главном фасаде входной блок акцентирован треугольным фронтоном над большой трехчастной центральной лоджией и пологой аркой над ее центральной частью (рис. 7). Развитый профилированный карниз венчает объем здания. Углы дома рустованы. По проекту балконы второго этажа (не сохранились) были акцентами фасадов здания. Входной проем и окна главного фасада имеют обрамления. Дворовой фасад декорирован минимально.

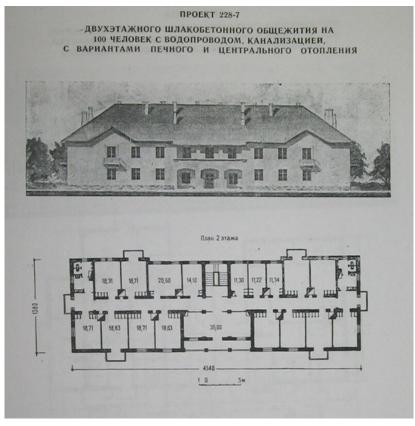


Рис. 6. Типовой проект 1-228-7 Общежитие на 100 человек Архитектор Н.М. Вавировский [https://taburent.ru/sovetskie-tipovye-proekty-1930-50-h-gg-v-samare-seriya-228]

Угловой дом на изломе улицы Парковой был построен по индивидуальному проекту, разработанному на основе типовых проектов. Он имеет цоколь, высота которого нарастает по мере падения рельефа в направлении проспекта Б. Хмельницкого. В юго-западном корпусе с учетом рельефа запроектирован цокольный этаж. Объемы здания завершены развитым профилированным карнизом. Внешние углы объемов на нижнем уровне рустованы (рис. 8).

Внешний угол дома на повороте улицы срезан и увенчан треугольным щипцом с цифрами 1954 (год строительства) и небольшим круглым слуховым окном. Ниже на уровне второго этажа находятся пара вертикальных окон с прямым сандриком. На первом этаже угловой части дома был запроектирован магазин. На фасаде его обозначает мощный портал, включающий фриз и рустованные угловые пилястры. Лестница равная по

ширине порталу выводила на отметку пола первого этажа, на площадку перед входом в магазин, заглубленную в нишу угловой части здания.

Ритмическое построение протяженного юговосточного фасада задает на верхнем этаже слева направо чередование пары балконов на консолях и одного оконного проема, повторяемое трижды. Этот ритм на первом этаже поддерживают подоконные ниши с геометрическим заполнением, расположенные точно под балконами верхнего уровня. Акцентными являются пластически проработанные обрамления двух крайних окон нижнего уровня. Цокольный этаж обработан рустом. У проемов цокольного этажа имеются приямки.

Сходные композиционные приемы использованы для решения более короткого восточного фасада. Северный торцевой фасад на три световых оси имеет симметричное построение, его

центральная ось акцентирована балконом на втором этаже и окном с обрамлением — на первом. Дворовые фасады практически лишены декора.

Стены здания выполнены из красного кирпича, межэтажные перекрытия – деревянные, крыша – скатная, стропильная.



Рис. 7. Проспект Богдана Хмельницкого, дом № 62. Главный фасад [https://su-maloetazhki.livejournal.com/tag/1-228]



Рис. 8. Улица Парковая, дом № 3. Общий вид

Единственный в квартале трехэтажный дом на два подъезда и двадцать четыре квартиры (ул.

Парковая, 3А) расположен внутри квартала с учетом достаточно крутого рельефа (рис. 9). Он был

построен позже всех остальных домов квартала, в 1961 году. Стены выполнены из красного кирпича, межэтажные перекрытия — деревянные, крыша — четырехскатная, стропильная. Балконы двух верхних этажей являются объемными акцентами в общей композиции здания. Над входами в подъезды имеются навесы. Лестничные клетки на главном фасаде обозначены двумя

большими вертикальными световыми проемами. Здание имеет минимальный архитектурный декор. На фасадах нижний этаж отделен от двух верхних горизонтальной тягой. В венчающей части, под свесом кровли объем охватывает узкая профилированная тяга со стилизованными сухариками.



Рис. 9. Улица Парковая, дом № 3а. Общий вид

В послевоенный период на долгие десятилетия северное, северо-западное направления станут приоритетными в развития городской структуры Белгорода. Исследуемый жилой квартал, располагался на границе старой исторической части города и новой, которая только начинала формироваться (рис. 10). Наличие здесь зеленной зоны при формировании застройки послевоенного периода позволило провернуть сетку улиц новой, только формирующейся части города относительно планировочной сетки его исторической части. Было сформировано пространство между южной, юго-восточной сторонами рассматриваемого квартала, имеющего свою композиционную систему, и застройкой кварталов вдоль улицы Н. Островского с иной планировочной структурой. Оно напоминало «воронку», расширяющуюся в глубину парка. Здесь встреча двух композиционных сеток завуалирована фрагментом зеленой зоны. Этот участок парковой территории представляет собой свободное природное пространство, что кардинально отличает

его от кварталов с жесткой регулярной сеткой. Эффект усилен объектом спортивного назначения с асимметричным рисунком плана, расположенного в этом месте с небольшим отступом в глубину от красной линии, масштаб которого значительно крупнее зданий квартала и предшествующей застройки. А также далее за этим объектом среди деревьев расположена абсолютно круглая в плане танцевальная площадка, связанная с основными аллеями парка разнонаправленными дорожками с живописным характером плана. Такой композиционный прием, основанный на контрасте, позволяет с одной стороны, сделать «размытым» и не очевидным изменение направления планировочной сетки городской ткани, с другой – мягко и деликатно перейти к иному, более крупному масштабу «ячеек» городских кварталов, пропорционально близких к квадрату, в отличие от вытянутых прямоугольных очертаний в предыдущей структуре.



Рис. 10. Схема градостроительного шарнира

Выводы. Квартал, ограниченный проспектом Б. Хмельницкого, улицами Шевченко и Парковой, был запроектирован в середине 1940-х годов на северной окраине Белгорода и застроен в первой половине 1950-х годов. Он соседствует с Центральным парком города. Квартал является частью градостроительного «шарнира», переориентировавшего вновь создаваемую планировочную сетку города, относительно сетки улиц его исторической части, в соответствии с новым вектор развития Белгорода в северо-западном направлении.

В построении композиции квартала использовано золотое сечение. В основу его планировочного решения положены два квадрата, сторона квадрата задает его ширину. Южная часть квартала срезана под углом 50° от длинной стороны прямоугольника внутри первого квадрата. Линии достаточно крутого рельефа в этой части квартала направлены по диагонали к сторонам базовых квадратов. Границы и геометрия внутриквартальных площадок, полученных в результате вертикальной планировки с использованием подпорных стен, заданы линиями построения пропорции золотого сечения.

Углы квартала зафиксированы г-образными в плане зданиями. Вдоль охватывающих квартал улиц и проспекта с разрывом друг от друга располагаются прямоугольные в плане дома, формируя проницаемый контур квартала. Фронты застройки квартала, выходящие на проспект Б. Хмельницкого и улицу Шевченко, были запроектированы по принципу зеркальной симметрии. На западной и юго-восточной стороне квартала использовались приемы глубинной композиции.

Квартальная застройка имела характер ансамблевой, обладала стилистической, архитектурной целостностью, но не монотонностью. Эти качества, во многом были обеспечены использованием типовых проектов серии № 228, разработанных в «Горстройпроекте» при Министерстве строительства предприятий тяжёлой индустрии, стилистически близких, но разнообразных по объемно-планировочным решениям, силуэтам и пластике, которая к тому же в процессе строительства была изменена и обогащена. Для одного из угловых зданий на основе типовых проектов был разработан унифицированный с ними индивидуальный проект. Все жилые дома – двухэтажные, выполнены из красного кирпича, что также работало на целостность восприятия застройки. Здания были со-масштабны человеку, что создавало особую атмосферу городского квартала.

В целом квартал и его застройка являли собой пример «сталинской архитектуры», появившейся во многих городах и населенных пунктах Советского Союза в первое десятилетие после войны. Особенности конкретного решения во многом обусловлены месторасположением, характером рельефа местности, композицией объемно-планировочного решения квартала, качеством и технологией возведения зданий, и адаптацией типовых проектов зданий для застройки конкретного квартала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косенкова Ю.Л. Новые научные подходы к изучению архитектурно-градостроительного наследия советского периода // Баландинские чтения. Издательство: Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств». 2018. Т. XIII. С. 339—342. DOI:10.24411/9999-001A-2018-10052.

- 2. Хмельницкий Д. Архитектура Сталина: Психология и стиль. М.: Прогресс-Традиция, 2007. 560 с.
- 3. Хмельницкий Д. Зодчий Сталин / «Очерки визуальности». М.: НЛО, 2007. 310 с.
- 4. Хан-Магомедов, С.О. «Сталинский ампир»: проблемы, течения, мастера // Архитектура сталинской эпохи: Опыт исторического осмысления. Российская академия архитектуры и строительных наук, Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства. М. 2010. С. 10–25.
- 5. Раппопорт А.Г. «Сталинский ампир» гипнотизм и наркотизм стиля // Архитектура сталинской эпохи: Опыт исторического осмысления. Российская академия архитектуры и строительных наук, Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства. М. 2010. С. 64—74.
- 6. Бархин А.Д. Ар-деко и историзм в архитектуре московских высотных зданий // Вопросы всеобщей истории архитектуры. 2016. № 6. С. 250–263.
- 7. Хан-Магомедов С.О. Иван Жолтовский. М.: Русский авангард, 2010. 352 с.
- 8. Архитектура сталинской эпохи: Опыт исторического осмысления. Составитель и ответственный редактор Ю.Л. Косенкова. М.: Ком-Книга, 2010. 496 с.
- 9. Косенкова Ю.Л. Советский город 1940-х первой половины 1950-х годов. Изд. 2-е, доп. М.: URSS, 2009. 422 с.
- 10. Касьянов Н.В. Восточные ворота страны: застройка Владивостока 1930-1950-х годов // Архитектура сталинской эпохи: Опыт исторического осмысления. Российская академия архитектуры и строительных наук, Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства. М. 2010. С. 318-328.
- 11. Орельская О.В. Архитектура послевоенных лет в Нижнем Новгороде // Архитектура сталинской эпохи: Опыт исторического осмысления. Российская академия архитектуры и строительных наук, Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства. М. 2010. С. 251–264.
- 12. Конышева Е.В. Архитектурный образ Челябинска второй половины 1940-х первой половины 1950-х годов: проекты и их реализации // Архитектура сталинской эпохи: Опыт исторического осмысления. Российская академия архитектуры и строительных наук, Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства. М. 2010. С. 265–279.
- 13. Есаулов Г.В. «Сталинский ампир» на Юге России // Архитектура сталинской эпохи: Опыт исторического осмысления. Российская

- академия архитектуры и строительных наук, Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства. М. 2010. С. 184–201.
- 14. Малеко Е.В. Особенности формирования новой архитектурной стилистики как основы создания урбанистического пространства советского города 30–50-х гг. XX века (на примере г. Магнитогорска) // Манускрипт. 2019. Том 12. Вып. 3. 156 с.
- 15. Васильев Н.Ю., Овсянникова Е.Б. Послевоенная архитектура центра Севастополя // Architecture and Modern Information Technologies. 2018. №4 (45). С. 135–144.
- 16. Пономаренко Н.В. Региональные особенности архитектуры неоклассики советского периода (на примере архитектурной деятельности 1930–1950 годов во Владивостоке) // Architecture and Modern Information Technologies. 2019. №2 (47). С. 83–98.
- 17. Невзгодин И.В. Советский неоклассицизм в архитектуре Новосибирска. Новосибирск. 2018. 392 с.
- 18. Papern V. Architecture in the Age of Stalin: Culture Two. Cambridge, 2002. 371 p.
- 19. Rüthers M. Moskau bauen von Lenin bis Chruscev. Öffentliche Räume zwischen Utopie, Terror und Alltag. Wien: Böhlau Verlag Wien, 2007. 363 p.
- 20. Clark K. The "New Moscow" and the New "Happiness": Architecture as a Nodal Point in the Stalinist System of Value', Petrified Utopia: Happiness Soviet Style. London, 2009. Pp. 189–200.
- 21. Udovicki-Selb D. Between Modernism and Socialist Realism: Soviet Architectural Culture under Stalin's Revolution from Above, 1928–1938 // Journal of the Society of Architectural Historians. 2009. Vol. 68(4). Pp. 46–95.
- 22. Lebow K. Unfi nished Utopia. Nowa Huta, Stalinism, and Polish Society, 1949–1956, Ithaca and London: Cornell University Press, 2013. 233 p.
- 23. DeHaan H. Stalinist City Planning, Professionals, Performance, and Power, Toronto: University of Toronto Press, 2013. 272 p.
- 24. Kalashnikov A. Historicist Architecture and Stalinist Futurity // Slavic Review. 2020. Vol. 79. No. 3. Pp. 591–612.
- 25. Устюгова Н.В., Конева А.В. Архитектура жилья СССР 50-х годов: проблемы и пути их решения. // Инновации и инвестиции. № 11. 2020. С. 219–221.
- 26. Улько А.С., Ястребова И.М. Стандартизация и типизация в отечественном жилищном строительстве (1930-1950 гг.) // Architecture and Modern Information Technologies. 2020. №2(51). С. 69–79. DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15105.

- 27. Шпаков И.В. История советской серии типовых проектов малоэтажных жилых домов 1940-1950 гг. архитектора С.А. Маслиха // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: История и право. 2016. № 4 (21). С. 185–193.
- 28. Шпаков И.В. Основные тенденции в советском архитектурном проектировании и строи-

тельстве жилых зданий в послевоенное десятилетие // Краеведческие записки. Сборник статей. ЮЗГУ, кафедра ИСКС, НОЦ Родомысл. 2016. Вып. 1. С. 43–46.

29. Попова В.Ю. Типология жилищного фонда города Белгорода // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 12. С. 73–82. DOI: 10/12737/article 5c1c9962ba70db/35793184.

Информация об авторах

Качемцева Любовь Владимировна, кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры и градостроительства. E-mail: kachemtsevalubov@gmail.com. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Леонидова Елена Николаевна, старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства. E-mail: traektoria91@gmail.com. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 04.05.2023 г.

© Качемцева Л.В., Леонидова Е.Н., 2023

*Kachemtseva L.V., Leonidova E.N.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov *E-mail: kachemtsevalubov@gmail.com

ARCHITECTURAL FEATURES OF RESIDENTIAL DEVELOPMENT OF THE FIRST POST-WAR DECADE IN BELGOROD (ON THE EXAMPLE OF A QUARTER BOUNDED BY B. KHMELNITSKY AVENUE AND SHEVCHENKO AND PARKOVAYA STREETS)

Abstract. Annotation. The quarters of low-rise residential buildings of the first post-war decade in Belgorod form the basis of the architectural heritage of the "Stalin era". This study is aimed at analyzing the architectural features of residential development in the first post-war decade in the city of Belgorod on the example of a block bounded by B. Khmelnitsky Avenue, Shevchenko and Parkovaya Streets. The study is based on an integrated approach, the work uses the methods of retrospective, urban planning, and compositional analysis. The features of the time period indicated in the work for the history of Soviet architecture and Belgorod as an urban entity are shown. The current state of the quarter and its location in the urban structure of Belgorod are considered. The role and place of the quarter in the transformation and further development of the planning structure of the city in the post-war period are determined. The composition of the space-planning construction of the quarter and the front of its development is analyzed. The features of the interaction of block development with its surroundings and terrain are determined. The article touches upon the development of standard projects of residential buildings and the technology of erecting buildings for mass development in the post-war period. The main series of standard projects and the design organizations involved in their development are indicated. The main typical projects of residential buildings used in the development of the quarter were identified. The structural, planning, compositional, architectural features of residential buildings of the quarter are analyzed.

Keywords: architectural features, residential development, block, post-war architecture, architectural heritage of the Stalin era, standard projects.

REFERENCES

1. Kosenkova Yu.L. New scientific approaches to the study of the architectural and urban heritage of the Soviet period [Novyye nauchnyye podkhody k arkhitekturno-gradostroitel'nomu naslediyu sovetskogo perioda]. Balandinskie chteniya. Izdatel'stvo: Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe byudzhetnoe uchrezhdenie vysshego

- obrazovaniya «Novosibirskij gosudarstvennyj universitet arhitektury, dizajna i iskusstv». 2018. Vol. XIII. Pp. 339–342. DOI:10.24411/9999-001A-2018-10052. (rus)
- 2. Khmelnitsky D. Architecture of Stalin: Psychology and style [Arhitektura Stalina: Psihologiya i stil']. M.: Progress-Tradiciya, 2007. 560 p. (rus)
- 3. Khmelnitsky D. Architect Stalin / «Essays on visuality» [Zodchij Stalin / «Ocherki vizual'nosti»]. M.: NLO, 2007. 310 p. (rus)

- 4. Khan-Magomedov S.O. «Stalin's Empire»: problems, trends, masters [«Stalinskij ampir»: problemy, techeniya, mastera]. Arhitektura stalinskoj epohi: Opyt istoricheskogo osmysleniya. Rossijskaya akademiya arhitektury i stroitel'nyh nauk, Nauchno-issledovatel'skij institut teorii i istorii arhitektury i gradostroitel'stva. M. 2010. Pp. 10–25. (rus)
- 5. Rappoport A.G. «Stalin's Empire» hypnotism and narcotism of style [«Stalinskij ampir» gipnotizm i narkotizm stilya]. Arhitektura stalinskoj epohi: Opyt istoricheskogo osmysleniya. Rossijskaya akademiya arhitektury i stroitel'nyh nauk, Nauchno-issledovatel'skij institut teorii i istorii arhitektury i gradostroitel'stva. M. 2010. Pp. 64–74. (rus)
- 6. Barkhin A.D. Art Deco and historicism in the architecture of Moscow high-rise buildings [Ar-deko i istorizm v arhitekture moskovskih vysotnyh zdanij]. Voprosy vseobshchej istorii arhitektury. 2016. No. 6. Pp. 250–263. (rus)
- 7. Khan-Magomedov S.O. Ivan Zholtovsky [Ivan ZHoltovskij]. M.: Russkij avangard, 2010. 352 p. (rus)
- 8. Architecture of the Stalin era: Experience of historical understanding [Arhitektura stalinskoj epohi: Opyt istoricheskogo osmysleniya]. Compiled and executive editor Yu.L. Kosenkova. M.: KomKniga, 2010. 496 p. (rus)
- 9. Kosenkova Yu.L. The Soviet city of the 1940s the first half of the 1950s [Sovetskij gorod 1940-h pervoj poloviny 1950-h godov]. Ed. 2nd, add. M.: URSS, 2009. 422 p. (rus)
- 10. Kasyanov N.V. Eastern gates of the country: the development of Vladivostok in the 1930s-1950s [Vostochnye vorota strany: zastrojka Vladivostoka 1930-1950-h godov]. Arhitektura stalinskoj epohi: Opyt istoricheskogo osmysleniya. Rossijskaya akademiya arhitektury i stroitel'nyh nauk, Nauchno-issledovatel'skij institut teorii i istorii arhitektury i gradostroitel'stva. M. 2010. Pp. 318–328. (rus)
- 11. Orelskaya O.V. Architecture of the post-war years in Nizhny Novgorod [Arhitektura poslevoennyh let v Nizhnem Novgorode]. Arhitektura stalinskoj epohi: Opyt istoricheskogo osmysleniya. Rossijskaya akademiya arhitektury i stroitel'nyh nauk, Nauchno-issledovatel'skij institut teorii i istorii arhitektury i gradostroitel'stva. M. 2010. Pp. 251–264. (rus)
- 12. Konysheva E.V. The architectural image of Chelyabinsk in the second half of the 1940s the first half of the 1950s: projects and their implementation [Arhitekturnyj obraz CHelyabinska vtoroj poloviny 1940-h pervoj poloviny 1950-h godov: proekty i ih realizacii]. Arhitektura stalinskoj epohi: Opyt istoricheskogo osmysleniya. Rossijskaya akademiya

- arhitektury i stroitel'nyh nauk, Nauchno-issledovatel'skij institut teorii i istorii arhitektury i gradostroitel'stva. M. 2010. Pp. 265–279. (rus)
- 13. Esaulov G.V. «Stalin's Empire» in the South of Russia [«Stalinskij ampir» na YUge Rossii]. Arhitektura stalinskoj epohi: Opyt istoricheskogo osmysleniya. Rossijskaya akademiya arhitektury i stroitel'nyh nauk, Nauchno-issledovatel'skij institut teorii i istorii arhitektury i gradostroitel'stva. M. 2010. Pp. 184–201. (rus)
- 14. Maleko E.V. Features of the formation of a new architectural style as the basis for creating the urban space of the Soviet city in the 30-50s. XX century (on the example of the city of Magnitogorsk) [Osobennosti formirovaniya novoj arhitekturnoj stilistiki kak osnovy sozdaniya urbanisticheskogo prostranstva sovetskogo goroda 30-50-h gg. XX veka (na primere g. Magnitogorska)]. Manuscript. 2019. Vol. 12. Issue. 3. P. 156. (rus)
- 15. Vasiliev N.Yu., Ovsyannikova E.B. Postwar architecture of the center of Sevastopol [Poslevoennaya arhitektura centra Sevastopolya]. Architecture and Modern Information Technologies. 2018. No. 4 (45). Pp. 135–144. (rus)
- 16. Ponomarenko N.V. Regional Features of Soviet Neoclassical Architecture (on the Example of Architectural Activities of 1930–1950s in Vladivostok) [Regional'nye osobennosti arhitektury neoklassiki sovetskogo perioda (na primere arhitekturnoj deyatel'nosti 1930–1950 godov vo Vladivostoke)]. Architecture and Modern Information Technologies. 2019. No. 2 (47). Pp. 83–98. (rus)
- 17. Nevzgodin I.V. Soviet neoclassicism in the architecture of Novosibirsk [Sovetskij neoklassicizm v arhitekture Novosibirska]. Novosibirsk. 2018. 392 p. (rus)
- 18. Paperny V. Architecture in the Age of Stalin: Culture Two. Cambridge, 2002. 371 p.
- 19. Ruthers M. Building Moscow from Lenin to Chruscev. Public spaces between utopia, terror and everyday life. Vienna: Bohlau Verlag Vienna, 2007. 363 p.
- 20. Clark K. The «New Moscow» and the New «Happiness»: Architecture as a Nodal Point in the Stalinist System of Value, Petrified Utopia: Happiness Soviet Style. London, 2009. Pp. 189–200.
- 21. Udovicki-Selb D. Between Modernism and Socialist Realism: Soviet Architectural Culture under Stalin's Revolution from Above, 1928–1938. Journal of the Society of Architectural Historians. 2009. Vol. 68(4). Pp. 46–95.
- 22. Lebow K. Unfi nished Utopia. Nowa Huta, Stalinism, and Polish Society, 1949-1956, Ithaca and London: Cornell University Press, 2013. 233 p.
- 23. DeHaan H. Stalinist City Planning, Professionals, Performance, and Power, Toronto: University of Toronto Press, 2013. 272 p.

- 24. Kalashnikov A. Historicist Architecture and Stalinist Futurity. Slavic Review. 2020. Vol. 79. No. 3. Pp. 591–612.
- 25. Ustyugova N.V., Koneva A.V. Housing architecture of the USSR in the 1950s: problems and ways to solve them [Arkhitektura zhil'ya SSSR 50-kh godov: problemy i puti ikh resheniya]. Innovation & Investment. No. 11. 2020. Pp. 219–221. (rus)
- 26. Ulko A.S., Yastrebova I.M. Standardization and typification in domestic housing construction (1930-1950) them [Standartizatsiya i tipizatsiya v otechestvennom zhilishchnom stroitel'stve (1930-1950 gg.)]. Architecture and Modern Information Technologies. 2020. No. 2 (51). Pp. 69–79. DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15105. (rus)
- 27. Shpakov I.V. The history of the Soviet series of standard projects for low-rise residential buildings in 1940-1950. architect S.A. Maslikha

them [Istoriya sovetskoj serii tipovyh proektov maloetazhnyh zhilyh domov 1940-1950 gg. arhitektora S.A. Masliha]. Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Istoriya i pravo. 2016. No. 4 (21). Pp. 185–193. (rus)

- 28. Shpakov I.V. The main trends in the Soviet architectural design and construction of residential buildings in the post-war decade [Osnovnye tendencii v sovetskom arhitekturnom proektirovanii i stroitel'stve zhilyh zdanij v poslevoennoe desyatiletie]. Kraevedcheskie zapiski: Sbornik statej. YUZGU, kafedra ISKS, NOC Rodomysl. 2016. Issue. 1. Pp. 43–46. (rus)
- 29. Popova V.Yu. Typology of the housing stock of the city of Belgorod [Tipologiya zhilishchnogo fonda goroda Belgoroda]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2018. No. 12. Pp. 73–82. DOI:10/12737/article 5c1c9962ba70db/35793184. (rus)

Information about the authors

Kachemtseva, **Lubov V.** PhD in Architecture, Assistant professor. E-mail: kachemtsevalubov@gmail.com. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, Kostukova st., 46.

Leonidova, Elena N. Senior lecturer. E-mail: traektoria91@gmail.com. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, Kostukova st. 46.

Received 04.05.2023

Для цитирования:

Качемцева Л.В., Леонидова Е.Н. Музейная Архитектурные особенности жилой застройки первого послевоенного десятилетия в г. Белгороде (на примере квартала, ограниченного проспектом Б. Хмельницкого и улицами Шевченко, Парковой) // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 7. С. 37–50. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-37-50

For citation:

Kachemtseva L.V., Leonidova E.N. Architectural features of residential development of the first post-war decade in Belgorod (on the example of a quarter bounded by B. Khmelnitsky avenue and Shevchenko and Parkovaya streets). Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 7. Pp. 37–50. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-37-50

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-51-59

*Жданова И.В., Калинкина Н.А., Кузнецова А.А.

Самарский государственный технический университет *E-mail: zdanovairina@mail.ru

МУЗЕЙНАЯ АРХИТЕКТУРА В ЭПОХУ МУЛЬТИМЕДИА. НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ТИПОЛОГИИ

Аннотация. В данном исследовании актуализируется потребность в принципиально новом пространстве музея для условий современного социума благодаря мультимедийным технологиям. В связи с появлением цифровых возможностей, позволяющих не только популяризировать музеи, но и создавать новые просветительские и образовательные пространства, появилась необходимость трансформации музейной среды в целом. Вопрос внедрения мультимедийных технологий в музеи, а, впоследствии, формирования новой объёмно-планировочной структуры, актуален в настоящее время, так как отражает изменение требований, выдвигаемых современным обществом, что в свою очередь подтверждается значительным количеством новых реализованных объектов, оснащённых цифровыми технологиями. На примере мирового опыта проектирования и строительства современных музеев выделены отличительные черты, отвечающие современным требованиям: многофункциональность объекта с упором на развлекательную функцию, использование интерактивных мультимедийных технологий, внедрение открытых внутренних и наружных пространств для отдыха и общения, а также учёт требований маломобильных групп населения и внедрение энергоэффективных устройств. Обобщены подходы и уточнены типы помещений по группам. Сформулированы принципы проектирования современных музеев для усиления значимости: принцип социума, принцип значимости, принцип составности, принцип эффективности. А также разработан экспериментальный проект музея в г. Самаре, который подтвердил актуальность и перспективность внедрения мультимедийных технологий в музеи.

Ключевые слова: музей, мультимедийные технологии, интерактивность, объёмно-планировочная структура, принципы проектирования.

Введение. В настоящее время, по данным системы Министерства культуры РФ, музейный мир России включает в себя 5462 музеев, в которых сосредоточено более 60 млн. единиц хранения. Это и музеи федерального подчинения, и музеи местного подчинения, а также крупнейшие ведомственные музеи, которые посещают ежегодно более 71 млн. человек. Данные ВЦИОМа свидетельствуют, что россияне стали чаще ходить в музеи и на выставки. Например, посещаемость крупных музеев Санкт-Петербурга увеличилась в 1,5 раза в 2022 году по сравнению с 2021 годом [1].

Рассматривая историю происхождения музеев с самого начала, стоит отметить, что данный тип зданий изначально играл роль хранилищ. Музеи несли в себе всего одну функцию вплоть до XX в., пока в России не заработало свыше 150 музеев. Затем случился «музейный бум», повлёкший за собой появление новой функции музеев как инструмент пропаганды и политического просвещения [2, 3]. После этого стали строиться целые музейные комплексы, произошло музеефицирование кварталов и городов, возникли технические музеи и экомузеи. Проводя анализ истории развития, можно сделать вывод, что музеи прошлого — учреждения культуры, столетиями хранящие в себе ценности культурного и

природного наследия [4]. Однако в последние десятилетия на развитие музеев оказывают влияние следующие факторы: стремительное развитие техники, мультимедийных и ІТ-технологий, компьютеризация и много другое. Поэтому современное общество выдвигает несколько другие требования к музеям [5–7]. Теперь это не просто место хранения и демонстрации экспонатов, а альтернативная площадка проведения досуга. В результате такого перехода, учреждениям культуры необходимо вносить качественные изменения, чтобы соответствовать запросам современного потребителя [8–11]. А это могут быть новые формы деятельности и разнообразные способы привлечения посетителей. Современный музей в XXI в. – это пространство, которое находится в постоянном развитии, оказывает эмоциональное и информационное воздействие на общество [12]. Для увеличения привлечения посетителей, необходимо расширять сферу деятельности современных музеев, для того, чтобы они становились не только культурными, но и развлекательными и образовательными центрами и тем самым поддерживали свою актуальность. Популярным способом для привлечения новой аудитории является, например, внедрение мультимедийных технологий, которые могут дать новые возможности и перспективы развития [13, 14].

Согласно данным Всемирной туристской организации ООН (UNWTO) самыми популярными туристическими направлениями за 2019 год стали Франция, Испания, США, Китай, Италия и Турция. Одной из причин высокого спроса на эти направлений является развитая музейная инфраструктура данных стран.

Приведённые выше факторы, несомненно, свидетельствуют об актуальности изучения данной темы. Новая специфика музейной архитектуры, несомненно, меняет как внешнее, так и внутреннее пространство. Архитекторы внедряют новые способы воздействия на аудиторию — эксперименты с планировкой и функциональной структурой. Именно поэтому необходимо актуализировать данную тему и искать новые подходы при проектировании современных музеев, чтобы повысить интерес и удовлетворить запросы современного потребителя [15–17].

данного исследования Целью является подтверждение актуальности внедрения интерактивных и мультимедиа технологий, применяемых в музеях, и разработка новой объёмно-планировочной структуры, направленной на внедрение информационных технологий, разработка принципов проектирования современного музея, а также реализацию современной концепции социальной ориентацией многофункциональности. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: изучить международный опыт проектирования и строительства музеев, определить современные приемы, типологические сформулировать основные принципы проектирования музеев, разработать концептуальную современного музея. Объектом исследования являются музейные учреждения, оснащённые интерактивными цифровыми И медиатехнологиями. Предметом исследования в данной статье стали возможные к применению в музеях интерактивные И мультимедийные технологии, также архитектурнотипологические особенности, которые влияют на объёмно-планировочную структуру здания музеев.

Методика. Основными методами исследования стали сбор фактологических данных и их функционально-типологический и комплексный анализ, обобщение теоретической базы и прикладных способов решения проблемы проектирования и строительства музеев в современных условиях.

Теоретическую базу составили научные и методические работы, в которых рассматрива-

лись: информационные технологии в современном музейном пространстве (Клементьева Н.В.); информационные технологии в сохранении культурного наследия (Пронина Л.А.); использование интерактивных технологий в экспозиционной работе современного музея (Никитин А.Ю., Никитина Н.Н.); модернизация компетенций музейного дела в эпоху цифровых коммуникаций (Голова А.Г., Павлова Е.И.); отечественные музеи в условиях интерактивности: современные тенденции развития музейной образовательной среды (Ченцова О.В.); особенности формирования современной музейной экспозиции (Шутова С.А.); формирование внутренних пространств музеев в современной архитектурной среде (Чайко Д.С.).

Расширение практических и научных знаний о типологии культурных учреждений, а также о путях формирования современного информационного пространства, позволит достичь всеобщей доступности культурных ресурсов. Кроме того, повысит роль современного музея как объекта повышенной социальной активности.

Основная часть. В настоящее время интерактивные и мультимедийные технологии перестали применяться только в сфере научных изысканий и деловой среде, и сделались для человечества чем—то привычным. Музеи вынуждены идти в ногу со временем, чтобы не потерять к себе интерес со стороны современной аудитории. Работники музейного дела со всего мира долго проводили споры, касаемо современной тенденции совмещать искусство с аттракционом. Однако мультимедийные технологии, которые совсем недавно применялись в культурных учреждениях в тестовом режиме, сегодня всё чаще встречаются в постоянных экспозициях [18, 19].

Необходимо отметить, что первые сдвиги в сторону современной формы музейной деятельности произошли в 1980-х годах, когда появилась идея многофункциональности, разнообразия функциональных программ, а также внедрения новых способов демонстрации экспонатов [20]. Одним из таких объектов является интерактивный музей Cosmo Caixa (Испания, Барселона, арх. Josep Domènech i Estapà), ставший главным научным музеем города (рис. 1, а). Музей был спроектирован в 1909 году и реконструирован в 2005 году (арх. Эстав и Роберт Террадас). Новый корпус состоит из 9-ти этажей, 6 из которых находятся под землёй, но от этого не становятся менее интересными и освещёнными – в данном проекте архитекторы отказались от привычных перегородок, стремясь к максимальной прозрачности внутренней среды. В центре здания располагается атриум, по которому можно пройтись до самого верха по спиральному пандусу, окруживший гигантское дерево. Старый корпус состоит из 4-х этажей и содержит в себе технические помещения. Постоянная экспозиция, представленная в данном культурном учреждении, разделена на 9 разделов, посвящённым различным направлениям в науке, в частности – развитию человечества. Кроме познавательных аспектов, в музей были внедрены мультимедийные технологии планетарий, оснащённый 3D технологиями, позволяющими оторваться от реальности и ощутить себя в космосе; метеорологическая станция, позволяющая посетителям побывать в качестве метеорологов, взаимодействуя с разными показателями погоды; затонувший лес, занимающий 1000 м², полностью воссоздавший атмосферу тропиков – имитация звуков, влажности, температуры и даже запаха; более 100 видов растений и животных, живущих под водой, на земле и в воздухе. Также на территории музея Cosmo Caixa ежегодно проходит ярмарка научных исследований, проводимая Университетом Барселоны (Universitat de Barcelona), на которой можно лично испытать самые передовые технологии Каталонии. Приведённые выше данные подтверждают заинтересованность населения в возможности как наблюдать, так и использовать современные интерактивные технологии.

Ещё один пример – национальный морской музей The Danish Maritime Museum (Дания, Хельсингер, арх. бюро BIG), вошедший в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО (рис. 1, б). Оставив стены бывшего дока, архитекторы превратили это пространство в прогулочные зоны под открытым небом, а вот все галереи заглубили на 7 метров под землю. Объёмнопространственная структура музея состоит их 3х двухуровневых мостов, выполненных в форме зигзага. Соединяя противоположные края дока, они служат связующим звеном между городом и самим музеем, у которого нижние уровни здания заняты галереей, классной комнатой, офисами, конференц-залами c полностью прозрачными стенами, позволяя посетителям чувствовать себя частью мира судостроения. Основная тематика музея, как подсказывает посвящена истории торгового пассажирского и исследовательского флота Дании, начиная с XV в. Здесь представлены модели кораблей, карты, демонстрируемые различными современными цифровыми способами, фотографии, исследовательские материалы и документы.

Ещё один из известных интерактивных музеев – Muse (Италия, Тренто, арх. бюро Renzo Piano Building Workshop), расположенный в новом городском районе на месте завода, некогда разделяющим центр города от берега реки

Адидже своей индустриальной зоной (рис. 1, в). учреждения конструкции культурного используются односкатные крыши с большим углом наклона, создающие имитацию горных пик. Здание имеет шесть этажей, связанных между собой главным пространством – большим атриумом, который окружают теплина с тропическими растениями, конференц-залы. образовательный центр для детей, выставочные залы, лаборатории, кафе и библиотека. Также административные предусмотрены хозяйственные помещения и книгохранилище. В здании музея применяются энергосберегающие технологии – солнечные коллекторы на крыше, широкое применение естественной вентиляции и освещения, геотермальная система отопления, высокоэффективная электростанция, обеспечивающая музей не только электричеством, но и системой охлаждения и отопления. Основная тематика музея ориентирована на феномен человека посетители узнают о появлении человека на Земле; об экологических проблемах современности; о тайнах, зашифрованных в ДНК. Благодаря современным технологиям, гости смогут прочувствовать эмошии скалолазов. карабкающихся по отвесной скале, лыжников, быстро спускающихся со снежной Прочие горной вершины. интерактивные устройства предоставляют возможность узнать многие интересные законы физики и химии, ощутить текстуру настоящих минералов и полезных ископаемых, посмотреть в микроскоп, а также, побывать в тропической теплице. Кроме того, в свободном пространстве музея в воздухе висят скелеты древних ящеров, а также реалистичные макеты разнообразных животных – от лягушек до китов. На цокольном этаже расположена большая оранжерея с тропическими растениями, искусственными водопадами и водными обитателями. Также, следует отметить, что, пройдя на верхние этажи, посетители смогут насладиться завораживающими альпийскими видами, ощущая на себе холод естественного ледника и дуновение ветра – ещё один интерактивный способ привлечения огромного потока посетителей. Внедряя в музейную различных множество экспозицию создатели комплекса хотели подчеркнуть биологическое разнообразие Земли, с одной стороны, и с другой – показать её единство. Согласно данным за 2018 год, музей Muse, в котором с интересом могут провести свой досуг, как дети, так и взрослые, ежегодно принимает более 600 тыс. человек, что делает его самым популярным научным музеем в Италии.

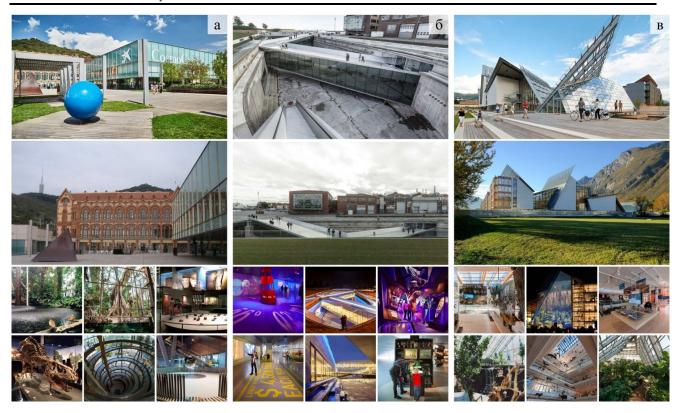


Рис. 1. Зарубежный опыт проектирования и строительства интерактивных музеев: а — Cosmo Caixa, Испания, Барселона, арх. Josep Domènech i Estapà, 1981 г. [https://en.wikiarquitectura.com/building/cosmo-caixa-barcelona/]; б — Danish National Maritime Museum, Дания, Хельсингер, арх. бюро BIG, 2013 г. [https://www.archdaily.com/440541/danish—national—maritime—museum—big?ad_source=search&ad_medium=search_result_all]; в — музей науки Muse, Италия, Тренто, арх. бюро Renzo Piano Building Workshop, 2013 г. [https://archi.ru/world/46510/zelenyi-muzei]

Обобщение передового мирового опыта проектирования и строительства интерактивных и мультимедийных музеев показало, что в данных объектах предоставляются, наряду с образовательными И познавательными функциями, развлекательные И досуговые пространства, а также применяются цифровые мультимедиа технологии. Кроме того, учитываются особенности маломобильных групп населения и используются энергоэффективые Рассмотренные устройства. объекты особенности современной демонстрируют архитектурной типологии музеев с развитым развлекательным функциональным составом, включающим в себя объекты интерактивных экспозиционных залов, тематические пространства (тропики, вершины гор, водные среды, космические пространства и т. п.), а также многофункциональные рекреационные пространства.

Исследования в рамках данной работы позволили выявить основной и возможный

функциональный состав интерактивного мультимедийного музея: культурнопросветительские помещения, открытая экспозиция, тематические интерактивные залы, планетарий, метеорологическая станция, помещения временной экспозиции, кинолекционные залы, зона массовых мероприятий, конференц-зал, библиотека, лаборатории мастерские для MK, рекреационные пространства, зона питания, торговые площади, медицинский блок, помещения реставрации консервации экспонатов, технические помещения, административно-хозяйственные помещения, фондохранилище.

Изучение международного опыта проектирования и строительства интерактивных музеев позволило обобщить основные подходы и уточнить типы помещений — основные, вспомогательные и обслуживающие, которые разделяются на две зоны: посетительскую и служебную (табл. 1).

Таблица 1

Типы помещений интерактивных музеев

Вид помещений по	Посетительская зона	Служебная зона
назначению		
Основные	Культурно-просветительские помещения,	Фондохранилища, помещения
	открытая экспозиция, тематические	реставрации и консервации экспонатов
	интерактивные залы, планетарий,	
	метеорологическая станция, помещения	
	временной экспозиции	
Вспомогательные	Рекреационные пространства, лекционные	Рабочие помещения сотрудников,
	залы, зона массовых мероприятий,	лаборатории, мастерские
	конференц-зал, библиотека, лаборатории и	
	мастерские для МК, кинолекционный зал,	
	зона отдыха, помещения для информации	
Обслуживающие	Вестибюль, гардероб, зона питания,	Служебный вестибюль, хозяйственные
	торговые площади, курительные, санузлы,	кладовые, помещения для инвентаря,
	медицинский блок	санузлы, технические помещения
		административно-хозяйственные
		помещения

Для усиления значимости музея в условиях современного развития социума были сформулированы следующие принципы проектирования:

- принцип социума: усиление роли музеев в городе и повышение социальной активности;
- принцип значимости: доступность информационных и мультимедийных технологий;
- принцип составности: расширение функций музеев, включение образовательной, развлекательной, рекреационной, досуговой, торговой, развлекательной функции в их состав;
- принцип эффективности: внедрение и использование новых эффективных технологий.

Разработанные принципы апробированы в экспериментальном проекте музея в г. Самаре (рис. 2). Во-первых, выбрано место проектирования на главной магистрали города – ул. Ново-Садовой, тем самым усиливается роль музея в городе (принцип социума). Во-вторых, в состав музея включены функциональные следующие экспозиционная часть, временная выставка, садлес, планетарий, рекреационная зона отдыха, кафе, библиотека, служебно-административная фондохранилище, мастерские, что отражает принцип составности и значимости. Объёмно-пространственная композиция здания основана на периметральном решении застройки. Доминантой с восточного фасада является садлес; с западного фасада – шарообразный планетарий. Дополнительными естественными источниками освещения являются атриумы. При оформлении фасада используется противопоставление легкого прозрачного остекления и глухого бетона. Скошенные окна, проходящие через этажи здания,

символизируют след от комет. Перемещение осуществляется от главного входа с первого этажа, где размещаются временные экспозиции, кафе торговые площади, выставочное пространство, вдоль первого атриума верхнего этажа. На верхнем этаже начинается размещается экспозиция выставочное пространство и мультимедийный планетарий. Движение по экспозиции осуществляется вниз вдоль второго атриума по лестнице. На втором выставочного пространства этаже помимо библиотека мастерские И проведения мастер-классов и испытаний новых ІТ-технологий. В-третьих, на всю высоту здания размещается сад-лес, что отражает принцип эффективности. Разработанный экспериментальный проект музея в г. Самаре с внедрением множества разных функций подтверждает необходимость данного объекта в условиях современного развития социума, а актуализирует внедрение мультимедийных технологий.

Выводы. В итоге исследования можно сделать следующие выводы:

- 1. Современное общество диктует новые требования по типологической структуре к современным музеям, что не отражается в нормативной литературе.
- 2. Мировой опыт проектирования и строительства современных интерактивных музеев демонстрирует особенности современной архитектурной типологии музеев с развитым развлекательным функциональным составом, включающим в себя объекты интерактивных экспозиционных залов, тематические пространства, а также многофункциональные рекреационные пространства.

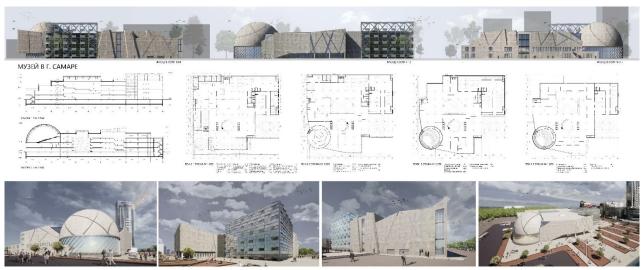


Рис. 2. Экспериментальный проект музея в г. Самаре, выполненный на кафедре АЖОЗ СамГТУ, студентка Алюшина Ю.В., преподаватели: к. арх., доц. Кузнецова А.А., к. арх., доц. Жданова И.В.

- 3. В исследовании сформулированы принципы проектирования современного музея: принцип социума, принцип значимости, принцип составности и принцип эффективности.
- 4. Выявленные принципы апробированы в экспериментальном проекте музея в г. Самара, в котором предложена концепция многофункциональной насыщенности пространства и внедрение мультимедийных технологий с определённой концепцией движения сверху вниз и размещением сад-леса на всей высоте здания.

Из сказанного выше становится ясно, что, используя современные подходы в типологии музеев, можно улучшить качество экспозиции, привлечь новых посетителей, обеспечить новый уровень комфорта, используя внедрение дополнительных функций и технологий, а также повысить экологические и эстетические качества среды.

Таким образом, можно утверждать, что современный интерактивный музей становится актуальным и перспективным направлением в проектировании, что требует дополнительного изучения зарубежных аналогов с адаптацией разработок к российским приёмам воздействия на аудиторию. Главной задачей становится то, что теперь музей не только культурный объект, но и развлекательный и образовательный центр.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Евтюхина Д.В., Князева М.В. Музеи как современное социально–культурное пространство // Новые технологии в учебном процессе и производстве. 2019. С. 35–38.
- 2. Сидоренко Н.Р. Утраченные объекты модернизма в Ростове-на-Дону. Здание музея интернациональной дружбы в парке им. Г. Плевен // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 10. С.

102–110.

DOI:10.34031/article 5db3e38f6cb0d3.88051873.

- 3. Eterevskaya I.N., Yastrebova N.A., Stetsenko S.E. Features of the transformation of urban public spaces based on their socio-cultural potential // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019". 2020. 032004. DOI:10.1088/1757-899X/753/3/032004.
- 4. Черныш Н.Д., Тарасенко В.Н. Современные условия создания комфортного архитектурного средового пространства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №1. С. 101-105.
- 5. Петрушихина С.В. Архитектурно-художественный образ музея в начале XXI века // Артикульт. 2018. № 2 (30). С. 144–148. DOI:10.28995/2227-6165-2018-2-144-148.
- 6. Вавилова Т.Я., Каясова Д.С., Лукьянова Ю.А. Архитектурно—типологические приоритеты устойчивого развития урбанизированной среды // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7. № 3 (28). С. 106–112. DOI:10.17673/Vestnik.2017.03.18.
- 7. Набиуллин А.Ф., Шакиров А.С., Мухтов И.Г. Проблемы внедрения стационарных интерактивных мультимедиа систем в музейные экспозиции. Риски и решения // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение. 2018. № 31. С. 235–243. DOI:10.17223/22220836/31/24.
- 8. Гельфонд А.Л. Особенности архитектурной типологии мультимедийных музеев "Россия моя история" // Приволжский научный журнал. 2019. № 3 (51). С. 94-99.
- 9. Воронцова Ю.С., Каракова Т.В. Виртуальная архитектура общественных зданий мегаполисов // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7. № 4 (29). С. 106–109. DOI:10.17673/Vestnik.2017.04.18.

10.Prokofieva N.E. Modern educational technologies: multimedia questsin museums of memory // The European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS. 2020. Pp. 799–805. DOI:10.15405/epsbs.2020.08.02.105.

11.Kalinkina N.A., Zhdanova I.V., Kuznetsova A.A., Bakhareva Y.A. Use of underground space in creating a comfortable environment of a modern city // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 012047. DOI:10.1088/1757-899X/775/1/012047.

12. Shershneva E.G. Architectural and technological dialogue: development of "NEW CITY" generation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. 022001. DOI:10.1088/1757-899X/1079/2/022001.

13.Dal Falco F. Design for cultural heritage and museums experiences. med (museum experience design) & add (architecture dance design) // DECORATIVE,INDUSTRIAL ART AND DESIGN-MUSEUMS: YESTERDAY,TO-DAY AND TOMORROW. 2018. Pp. 438-443.

14.Винник М.А., Иванов О.П., Коснырева А.А., Кирилишина Е.М. Перспективы мультимедиа обучения на базе естественнонаучных музеев // Вестник Московского университета. 2018. № 2. С. 89–99. DOI:10.51314/2073-2635-2018-2-89-99.

15. Барсукова Н.И., Родионова Н.В. Коммуникативный потенциал медиапространства современного музея // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств.

2021. № 55. C. 123–131. DOI:10.31773/2078-1768-2021-55-123-131.

16.Kalinkina N., Zhdanova I., Chernysheva I. The organization of natural lighting in buildings with difficult illuminated areas // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019". 2020. 032009. DOI:10.1088/1757-899X/753/3/032009.

17. Жданова И.В., Курносенкова А.В. К вопросу о формировании объемно-планировочной структуры музеев // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство. 2021. С. 494—500.

18.Кузнецова А.А., Жданова И.В., Ненашева А.А. Поиск теоретических основ проектирования детских медиатек // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2022. Т. 24. № 84. С. 61–70. DOI:10.37313/2413-9645-2022-24-84-61-70.

19. Abbasov I.B., Kozak O.M. Design of a modern museum space // CSI Journal of Computing. 2020. T. 3. № 2. C. 4–7.

20.Pryamikova E., Vandyshev M. Multimedia practices in corporate museums: tribute to fashion or canon transformation // Communication Trends in the Post-Literacy Era: Polylingualism, Multimodality and Multiculturalism As Preconditions for New Creativity. 2020. Pp. 738–748. DOI:10.15826/B978-5-7996-3081-2.52.

Информация об авторах

Жданова Ирина Викторовна, кандидат архитектуры, доцент кафедры Архитектуры жилых и общественных зданий. E-mail: zdanovairina@mail.ru. Самарский государственный технический университет. Россия, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244.

Калинкина Надежда Александровна, кандидат архитектуры, доцент кафедры Архитектуры жилых и общественных зданий. E-mail: nad_si@mail.ru. Самарский государственный технический университет. Россия, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244.

Кузнецова Анна Андреевна, кандидат архитектуры, доцент кафедры Архитектуры жилых и общественных зданий. E-mail: amore_86@mail.ru. Самарский государственный технический университет. Россия, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244.

Поступила 26.03.2023 г.

© Жданова И.В., Калинкина Н.А., Кузнецова А.А., 2023

*Zhdanova I.V., Kalinkina N.A., Kuznetsova A.A.

Samara State Technical University *E-mail: zdanovairina@mail.ru

MUSEUM ARCHITECTURE IN THE AGE OF MULTIMEDIA. NEW APPROACHES IN TYPOLOGY

Abstract. This study actualizes the need for a fundamentally new museum space for the conditions of modern society thanks to multimedia technologies. In connection with the emergence of digital opportunities that allow not only to popularize museums, but also to create new enlightening and educational spaces, it has

become necessary to transform the museum environment as a whole. The issue of the introduction of multimedia technologies in museums, and, subsequently, the formation of a new space-planning structure, is currently relevant, as it reflects the changing requirements put forward by modern society, which in turn is confirmed by a significant number of new implemented objects equipped with digital technologies. On the example of the world experience in designing and building modern museums, the distinctive features that meet modern requirements are highlighted: the multifunctionality of the object with an emphasis on the entertainment function, the use of interactive multimedia technologies, the introduction of open indoor and outdoor spaces for recreation and communication, as well as taking into account the requirements of people with limited mobility and the introduction energy efficient devices. Approaches are generalized and types of premises are specified by groups. The principles of designing modern museums to enhance the significance are formulated: the principle of society, the principle of significance, the principle of composition, the principle of efficiency. Also, an experimental project of the museum in Samara was developed, which confirmed the relevance and prospects for the introduction of multimedia technologies in museums.

Keywords: museum, multimedia technologies, interactivity, space-planning structure, design principles.

REFERENCES

- 1. Evtyukhina D.V., Knyazeva M.V. Museums as a modern social and cultural space [Muzei kak sovremennoe social'no–kul'turnoe prostranstvo]. New technologies in the educational process and production. 2019, Pp. 35–38. (rus)
- 2. Sidorenko N.R. Lost objects of modernism in Rostov-on-Don. The building of the Museum of International Friendship in the park. G. Pleven [Utrachennye ob"ekty modernizma v Rostove-na-Donu. Zdanie muzeya internacional'noj druzhby v parke im. G. Pleven]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 10. Pp. 102–110. DOI: 10.34031/article_5db3e38f6cb0d3.88051873. (rus)
- 3. Eterevskaya I.N., Yastrebova N.A., Stetsenko S.E. Features of the transformation of urban public spaces based on their socio-cultural potential. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019". 2020. 032004. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032004.
- 4. Chernysh N.D., Tarasenko V.N. Modern conditions for creating a comfortable architectural environment [Sovremennye usloviya sozdaniya komfortnogo arhitekturnogo sredovogo prostranstva]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov 2017. No. 1. Pp. 101–105. DOI: 10.12737/23737. (rus)
- 5. Petrushikhina S.V. The architectural and artistic image of the museum at the beginning of the XXI century [Arhitekturno-hudozhestvennyj obraz muzeya v nachale XXI veka]. Artikult. 2018. No. 2 (30). Pp. 144–148. DOI:10.28995/2227-6165-2018-2-144-148. (rus)
- 6. Vavilova T.Ya., Kayasova D.S., Lukyanova Yu.A. Architectural and typological priorities of sustainable development of the urban environment [Arhitekturno–tipologicheskie prioritety ustojchivogo razvitiya urbanizirovannoj sredy]. Urban planning and architecture. 2017.

- Vol. 7. No. 3 (28). Pp. 106–112. DOI:10.17673/Vestnik.2017.03.18. (rus)
- 7. Nabiullin A.F., Shakirov A.S., Mukhtov I.G. Problems of introducing stationary interactive multimedia systems into museum expositions. Risks and decisions [Problemy vnedreniya stacionarnyh interaktivnyh mul'timedia sistem v muzejnye ekspozicii. Riski i resheniya]. Bulletin of the Tomsk State University. Cultural studies and art history. 2018. No. 31. Pp. 235–243. DOI: 10.17223/22220836/31/24. (rus)
- 8. Gelfond A.L. Features of the architectural typology of multimedia museums "Russia my history" [Osobennosti arhitekturnoj tipologii mul'timedijnyh muzeev "Rossiya moya istoriya"]. Privolzhsky scientific journal. 2019. No. 3 (51). Pp. 94–99. (rus)
- 9. Vorontsova Yu.S., Karakova T.V. Virtual architecture of public buildings in megacities [Virtual'naya arhitektura obshchestvennyh zdanij megapolisov]. Urban planning and architecture. 2017. Vol.7. No. 4 (29). Pp. 106–109. DOI:10.17673/Vestnik.2017.04.18. (rus)
- 10.Prokofieva N.E. Modern educational technologies: multimedia questsin museums of memory. The European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS. 2020. 799–805. DOI:10.15405/epsbs.2020.08.02.105.
- 11.Kalinkina N.A., Zhdanova I.V., Kuznetsova A.A., Bakhareva Y.A. Use of underground space in creating a comfortable environment of a modern city. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 012047. DOI:10.1088/1757-899X/775/1/012047.
- 12. Shershneva E.G. Architectural and technological dialogue: development of "NEW CITY" generation. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. 022001. DOI:10.1088/1757-899X/1079/2/022001.
- 13.Dal Falco F. Design for cultural heritage and museums experiences. med (museum experience design) &add (architecture dance design). DECORA-

TIVE,INDUSTRIAL ART AND DESIGN-MUSE-UMS: YESTERDAY,TO-DAY AND TOMOR-ROW. 2018. Pp. 438–443.

14. Vinnik M.A., Ivanov O.P., Kosnyreva A.A., Kirilishina E.M. Prospects for multimedia education based on natural science museums [Perspektivy mul'timedia obucheniya na baze estestvennonauchnyh muzeev]. Vestnik of Moscow University. 2018. No. 2. Pp. 89–99. DOI: 10.51314/2073-2635-2018-2-89-99. (rus)

15.Barsukova N.I., Rodionova N.V. The communicative potential of the media space of the modern museum [Kommunikativnyj potencial mediaprostranstva sovremennogo muzeya]. Vestnik of the Kemerovo State University of Culture and Arts. 2021. No. 55. Pp. 123–131. DOI: 10.31773/2078-1768-2021-55-123-131. (rus)

16.Kalinkina N., Zhdanova I., Chernysheva I. The organization of natural lighting in buildings with difficult illuminated areas. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019". 2020. 032009. DOI:10.1088/1757-899X/753/3/032009.

17.Zhdanova I.V., Kurnosenkova A.V. To the question of the formation of the space-planning

structure of museums [K voprosu o formirovanii ob"emno-planirovochnoj struktury muzeev]. Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and urban planning. 2021. Pp. 494–500. (rus)

18.Kuznetsova A.A., Zhdanova I.V., Nenasheva A.A. Search for the theoretical foundations of designing children's media libraries [Poisk teoreticheskih osnov proektirovaniya detskih mediatek]. Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Social, humanitarian, medical and biological sciences. 2022. Vol. 24. No. 84. Pp. 61–70. DOI:10.37313/2413-9645-2022-24-84-61-70. (rus)

19. Abbasov I.B., Kozak O.M. Design of a modern museum space. CSI Journal of Computing. 2020. Vol. 3. No. 2. Pp. 4–7.

20.Pryamikova E., Vandyshev M. Multimedia practices in corporate museums: tribute to fashion or canon transformation. Communication Trends in the Post-Literacy Era: Polylingualism, Multimodality and Multiculturalism As Preconditions for New Creativity. 2020. Pp. 738–748. DOI:10.15826/B978-5-7996-3081-2.52

Information about the authors

Zhdanova, Irina V. PhD, Assistant professor. E-mail: zdanovairina@mail.ru. Samara State Technical University. Russia, 443100, Samara, str. Molodogvardeiskaya, 244.

Kalinkina, **Nadezhda A.** PhD, Assistant professor. E-mail: nad_si@mail.ru. Samara State Technical University. Russia, 443100, Samara, str. Molodogvardeiskaya, 244.

Kuznetsova, Anna A. PhD, Assistant professor. E-mail: zdanovairina@mail.ru. Samara State Technical University. Russia, 443100, Samara, str. Molodogvardeiskaya, 244.

Received 26.03.2023

Для цитирования:

Жданова Й.В., Калинкина Н.А., Кузнецова А.А. Музейная архитектура в эпоху мультимедиа. Новые подходы в типологии // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 7. С. 51–59. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-51-59

For citation:

Zhdanova I.V., Kalinkina N.A., Kuznetsova A.A. Museum architecture in the age of multimedia. New approaches in typology. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 7. Pp. 51–59. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-51-59

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-60-70 ¹Колесников А.А., ^{1,2,*}Грибков А.А. ¹Российский университет дружбы народов ²ООО "СТРОЙПРОЕКТ"

*E-mail: gribkov.aleksei96@yandex.ru

ПРИНЦИП АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ВОСПИТАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ КООРДИНАЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ

Аннотация. Архитектурная среда — пространство, включающее в себя архитектурные объекты (здания, сооружения), малые архитектурные формы, связующие элементы инфраструктуры между ними (проезды, тротуары, площади). Специалисты различных областей: градостроители, архитекторы, художники, реставраторы формируют свой собственный образ архитектурной среды. Но создание единой гармонии в разработке фасадных решений, элементов планировочной структуры, интеграции идей в существующую среду возможно при объединении интересов специалистов, компетентных в архитектурно-градостроительном развитии.

В статье представлен материал о предлагаемом принципе архитектурно-градостроительного воспитания не только специалистов градостроительства и архитектуры, но и профессионалов смежных специальностей, совместная деятельность которых формирует архитектурную окружающую нас среду.

Процесс воспитания формируется с помощью внедрения архитектурно-градостроительных дисциплин в общее, профессиональное, дополнительное образование и интеграции соучаствующего проектирования в образовательный процесс профильных архитектурно-строительных учебных заведений профессионального и дополнительного образования.

Результат материала — разработка гипотетических моделей образовательного подхода. Сформирован контролирующий аппарат, отвечающий за реорганизацию образовательного процесса, состоящий из органов государственной и муниципальной власти. Представлена апробация на примере муниципального образования "город Людиново и Людиновский район" Калужской области. Город Людиново — малый город, численность населения которого составляет менее 40 тысяч человек.

Ключевые слова: образовательный процесс, органы государственной власти, муниципальное образование "г. Людиново" Калужской области, принцип архитектурно-градостроительного воспитания, градостроительная политика.

Введение. Целью настоящей статьи является выявление предпосылок, теоретического обоснования принципа архитектурно-градостроительного воспитания специалистов межотраслевой деятельности развития архитектурной среды.

Объектом исследования выступает образовательный процесс средних, средне-специальных и высших учебных заведений малых городов. Предметом исследования является архитектурно-градостроительное воспитание специалистов межотраслевой координации и регулирования деятельности градостроительной политики [1].

Предпосылки возникновения принципа образовательного подхода.

Внедрение архитектурно-градостроительных дисциплин в учебные заведения. Один из исследователей Воронежского государственного архитектурно-строительного университета А.В. Анисимов настаивает на обучении основам архитектуры в средних, средне-специальных и высших учебных заведениях, чтобы люди относились к работам архитекторов с большей осторож-

ностью и вниманием, понимая, что первоначальные замыслы, идеи архитекторов-градостроителей, их произведения искусства очень легко сгубить, если необдуманно применять какие-либо усовершенствования, шаги по благоустройству или просто совершать по отношению к ним акты разрушения и вандализма [2, 3].

Интеграция соучаствующего проектирования в образовательный процесс. Перспективы развития городской среды, в том числе и архитектурной составляющей, требуют интеграции в архитектурно-градостроительную сферу такого понятия, как «соучаствующее проектирование» [4, 5].

Профессор Университета Северной Каролины – Генри Санофф дает следующее определение: «Соучаствующее проектирование» — это процесс проектирования с вовлечением жителей, местных сообществ, активистов, представителей административных структур, локального бизнеса, инвесторов, представителей экспертного сообщества и других заинтересованных в проекте сторон для совместного определения целей

и задач развития территории, выявления истинных проблем и потребностей людей, совместного принятия решений, разрешения конфликтов и повышения эффективности проекта [6–8].

Основываясь на предпосылках совместного архитектурно-градостроительного проектирования, возможно попытаться интегрировать методику соучаствующего проектирования в образовательный процесс профильных архитектурностроительных колледжей, академий, университетов.

Основная часть.

Теоретическое обоснование принципа образовательного подхода. Опираясь на рассмотренные предпосылки архитектурно-градостроительного воспитания специалистов предлагается два параллельных пути формирования данного процесса:

- внедрение архитектурно-градостроительных дисциплин в общее, профессиональное и дополнительное образование;
- интеграция соучаствующего проектирования в образовательный процесс архитектурно-строительных учебных заведений.

Внедрение архитектурно-градостроительных дисциплин в учебный процесс. Доктор психологических наук, профессор ЮУГУ (г. Челябинск) Е.Л. Солдатова в одной из своих работ по особенностям восприятия информации в зависимости от возраста человека поясняет, что у обучающихся, не достигших 10 лет, развиваются потребность в саморазвитии. Следовательно, автором предлагается название дисциплины: «красивый дом», что в полной мере описывает суть учебной дисциплины. Дом — всеми нам понятное с раннего детства место пребывания, мы постепенно закладываем мысль у ребенка, что дом — место, которое нужно беречь, следить за чистотой.

В раннем дошкольном возрасте (3–5 лет) развивается мышление — наглядно-действенное на основе интенсивного развития восприятия, ассоциативное запоминание и воспроизведение. Развивающая деятельность: предметная и сюжетная игра. Предлагается воспитание в игровой манере, например, убрать из множества зеленых домиков все красные домики, тем самым мы даем понимание о сочетании и не сочетании цветовой гаммы.

Старший дошкольный возраст, по словам Е.Д. Солдатовой (5–7 лет) — это наглядно-образное мышление на основе интенсивного развития воображения, кроме того, формируются задатки отвлеченного, логического мышления. Память образная, непроизвольная — механическое запоминание и воспроизведение.

Для обучающихся, не достигших 15 лет (с 5 по 9 классы), автором предлагается следующее название дисциплины: «удобный город», как отдельные разделы дисциплин: история архитектуры, художественная культура, обществознание (обществоведение), основы безопасности и жизнедеятельности и т.д., так и отдельная дисциплина.

Младший школьный возраст (с 7 до 10 лет) развиваются учебно-познавательные мотивы (познавательная потребность и потребность в саморазвитии). В младшем подростковом возрасте (с 10 до 13 лет) формируется потребность в самообразовании и самосовершенствовании. Подростковый возраст (с 13 до 15 лет) — активное, самостоятельное, творческое познание. Индивидуализация интеллектуально-эстетических увлечений [9].

Автором настоящего исследования в рамках рассматриваемого вопроса о внедрении в образовательный процесс архитектурно-градостроительной дисциплины в общее (с 10 по 11 классы), профессиональное (профильные учебные заведения) и дополнительное образование (дополнительное – для взрослых, дополнительное профессиональное – для взрослых, имеющих диплом) предлагается создание дисциплины – «градостроительная политика».

Выбор названия «градостроительная политика» обосновано тем, что в основу предложенного термина положены принципы соответствия функциональному процессу, художественному фактору и экономической составляющей формирования архитектурной среды [Ст. 48 Федерального закона от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации», 10].

Чтобы развивать грамотно-сформированную архитектурную среду, необходимо посвящать в подобный процесс особый круг специалистов.

Внедрение архитектурно-градостроительных дисциплин в образовательный процесс должно затрагивать те направления, которые в комплексе путем грамотной коммуникации образуют процесс формирования комфортной архитектурной среды [11, 12].

В соответствии с общероссийским классификатором специальностей по образованию предлагаются следующие специальности среднеспециальных и высших учебных заведений: архитектура, градостроительство, реставрация, строительство, экономика, дизайн архитектурной среды, политология, девелопмент, государственное и муниципальное управление, искусствоведение.

Таблица 1

Табличное выражение внедрения архитектурно-градостроительных дисциплин в общее, профессиональное и дополнительное образование в соответствии с ОКСО в рамках архитектурно-градостроительного воспитания специалистов [ОК 009-2016. «Общероссийский классификатор специальностей по образованию»]

	Архитектурно-градостроительное воспитание специалистов различных областей. 1 ПУТЬ: Внедрение архитектурно-градостроительных дисциплин в общее, профессиональное (в части) и дополнительное образование (в части)		
№	Название предлагаемой дисциплины	Возраст (классы)	Наименование уровня общего образования
1	Красивый дом	до 6-7 лет	Дошкольное
2		7-10 лет (1-4 классы)	Начальное общее
3	Удобный город	11-15 лет (5-9 классы)	Основное общее
4	Градостроительная политика	16-18 лет (10-11 классы)	Среднее общее
№	Название предлагаемой дисциплины	Кодовое обозначение специальности или направления подготовки	Наименование специальности или направления подготовки
Разде	л II. Специальности среднего профессион	нального образования	
5	Градостроительная политика	07.02.01	Архитектура
6		08.02.01	Строительство и эксплуатация зданий и сооружений
7		08.02.02	Строительство и эксплуатация инженерных сооружений
8		08.02.03	Производство неметаллических строительных изделий и конструкций
9		08.02.04	Водоснабжение и водоотведение
10		08.02.11	Управление, эксплуатация и обслуживание многоквартирного дома
11		38.02.01	Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)
12		38.02.04	Коммерция (по отраслям)
13		54.02.04	Реставрация
Разде	л III. Направления подготовки высшего с	образования – бакалавриата	
14	Градостроительная политика	07.03.01	Архитектура
15		07.03.02	Реконструкция и реставрация архитектурного наследия
16		07.03.03	Дизайн архитектурной среды
17		07.03.04	Градостроительство
18		08.03.01	Строительство
19		38.03.01	Экономика
20		38.03.02	Менеджмент
21		38.03.04	Государственное и муниципальное управление

22		38.03.10	Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура
23		41.03.03	Политология
24		54.03.04	Реставрация
Разде.	л IV. Направления подготовки высшего с	образования - магистратуры	
25	Градостроительная политика	07.04.01	Архитектура
26		07.04.02	Реконструкция и реставрация архитектурного наследия
27		07.04.03	Дизайн архитектурной среды
28		07.04.04	Градостроительство
29		08.04.01	Строительство
30		38.04.01	Экономика
31		38.04.02	Менеджмент
32		38.04.04	Государственное и муниципальное управление
33		38.04.10	Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура
34		41.04.03	Политология
35		54.04.04	Реставрация
Разде.	л V. Специальности высшего образовани	я - специалитета	
36	Градостроительная политика	08.05.01	Строительство уникальных зданий и сооружений
37		54.05.01	Монументально-декоративное искусство
	л VI. Направления подготовки высшего с товки научно-педагогических кадров в а		в высшей квалификации по программам
38	Градостроительная политика	07.06.01	Архитектура
39		08.06.01	Техника и технологии строительства
40		38.06.01	Экономика
41		50.06.01	Искусствоведение
	Раздел VII. Направления подготовки высшего образования – подготовки кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктуре		
42	Градостроительная политика	07.07.01	Архитектура
43		08.07.01	Техника и технологии строительства
44		38.07.01	Экономика
	Раздел IX. Специальности высшего образования - подготовки кадров высшей квалификации по программам ассистентуры-стажировки		
45	Градостроительная политика	07.09.01	Архитектура
46		07.09.02	Реконструкция и реставрация архитектурного наследия
47		07.09.03	Дизайн архитектурной среды

48		07.09.04	Градостроительство
49		54.09.01	Монументально-декоративное мастерство
50		54.09.07	Искусство реставрации (по видам)
Дополнительные образовательные программы			
51	Градостроительная политика	_	Дополнительные общеразвивающие программы, дополнительные предпрофессиональные программы в области искусств (Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2023))

Предлагаемые выше дисциплины целесообразно оставить без какой-либо системы оценивания, так как цель внедрения подобных дисциплин – больше ознакомительная, чем учебная [13].

Интеграция соучаствующего проектирования в образовательный процесс архитектурно-строительных учебных заведений. Второй путь архитектурно-градостроительного воспитания населения в целях создания комфортной

архитектурной среды — интеграция соучаствующего проектирования в образовательный процесс архитектурно-строительных учебных заведений.

Развитие любого архитектурного или градостроительного проекта предполагает участие всех заинтересованных лиц, например, жителей рассматриваемой территории, органов исполнительной власти, контролирующих территорию и обеспечивающих муниципальное управление в границах рассматриваемой территории.

Таблица 2

Табличное выражение интеграции соучаствующего проектирования в образовательный процесс в соответствии с ОКСО в рамках архитектурно-градостроительного воспитания специалистов [Ст. 10, 12 Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании вРоссийской Федерации», Разделы 2-7, 9 ОК 009-2016. «Общероссийский классификатор специальностей по образованию»]

Архитектурно-градостроительное воспитание специалистов различных областей. 2 ПУТЬ: интеграция соучаствующего проектирования в образовательный процесс (учебные практики)		
Кодовое обозначение специальности или направления подготовки	Наименование специальности или направления подготовки	
Раздел II. Специальности среднего профессионального образования		
07.02.01	Архитектура	
08.02.01	Строительство и эксплуатация зданий и сооружений	
08.02.02	Строительство и эксплуатация инженерных сооружений	
08.02.03	Производство неметаллических строительных изделий и конструкций	
08.02.04	Водоснабжение и водоотведение	
08.02.11	Управление, эксплуатация и обслуживание многоквартирного дома	
38.02.01	Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)	
38.02.04	Коммерция (по отраслям)	
54.02.04	Реставрация	
Раздел III. Направления подготовки высшего образования – бакалавриата		
07.03.01	Архитектура	
07.03.02	Реконструкция и реставрация архитектурного наследия	
07.03.03	Дизайн архитектурной среды	
07.03.04	Градостроительство	
08.03.01	Строительство	
38.03.01	Экономика	

38.03.02	Менеджмент		
38.03.04	Государственное и муниципальное управление		
38.03.10	Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура		
41.03.03	Политология		
54.03.04	Реставрация		
Раздел IV. Направления подготовки высшего образования – магистратуры			
7.04.01 Архитектура			
07.04.02	Реконструкция и реставрация архитектурного наследия		
07.04.03	Дизайн архитектурной среды		
07.04.04	Градостроительство		
08.04.01	Строительство		
38.04.01	Экономика		
38.04.02	Менеджмент		
38.04.04	Государственное и муниципальное управление		
38.04.10	Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура		
41.04.03	Политология		
54.04.04	Реставрация		
Раздел V. Специальности высш	Раздел V. Специальности высшего образования - специалитета		
08.05.01	Строительство уникальных зданий и сооружений		
54.05.01	Монументально-декоративное искусство		
Раздел VI. Направления подгот	овки высшего образования - подготовки кадров высшей квалификации по программам под-		
готовки научно-педагогических	к кадров в аспирантуре		
07.06.01	Архитектура		
08.06.01	Техника и технологии строительства		
38.06.01	Экономика		
50.06.01	Искусствоведение		
Раздел VII. Направления подго	говки высшего образования - подготовки кадров высшей квалификации по программам		
подготовки научно-педагогичес	ских кадров в адъюнктуре		
07.07.01	Архитектура		
08.07.01	Техника и технологии строительства		
38.07.01	Экономика		
Раздел IX. Специальности выст	пего образования - подготовки кадров высшей квалификации по программам ассистентуры-		
стажировки	стажировки		
07.09.01	Архитектура		
07.09.02	Реконструкция и реставрация архитектурного наследия		
07.09.03	Дизайн архитектурной среды		
07.09.04	Градостроительство		
54.09.01	Монументально-декоративное мастерство		
54.09.07	Искусство реставрации (по видам)		
Дополнительные образовательн			
	Дополнительные общеразвивающие программы, дополнительные		
_	предпрофессиональные программы в области искусств (Федеральный закон от 29.12.2012		
	№ 273-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «Об образовании в Российской Федерации»		
Î.	(с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2023))		

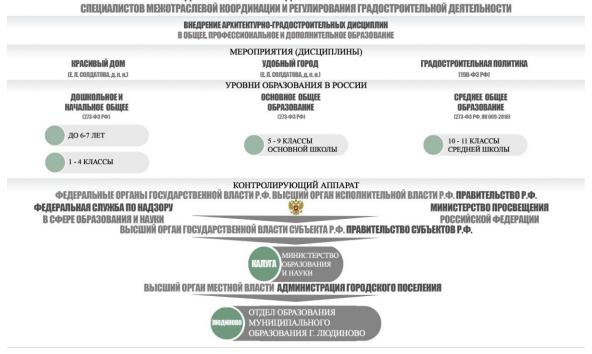
Создание контролирующего и ответственного аппарата за реорганизацию образовательного процесса общего, профессионального и дополнительного образования. В рамках интеграции соучаствующего проектирования в архитектурно-градостроительное воспитание и внедрения архитектурно-градостроительных дисциплин в учебный процесс старших классов и высшего образования предлагается создать контролирующий и ответственный аппарат.

Вышеупомянутый аппарат должен отвечать за реорганизацию образовательного процесса профессионального и дополнительного образования. Аппарат может быть образован из органов исполнительной власти Российской Федерации федерального и регионального значений и муниципальных органов власти [14, 15].

Такими органами могут выступать министерства, департаменты, управления образования и науки рассматриваемого региона [Ст. 93 Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ст. 31 Федерального закона от 21.12.2021 г. № 414-ФЗ «Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации», постановление Правительства РФ от 28.07.2018 г. № 884 «Об утверждении Положения о Министерстве просвещения Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации»].

Разработка гипотетических моделей образовательного подхода на примере муниципального образования «г. Людиново» Калужской области. На основе изученных предпосылок и теоретически обоснованного принципа архитектурно-градостроительного воспитания населения путем внедрения архитектурно-градостроительных дисциплин в учебный процесс и интеграции соучаствующего проектирования в образовательный процесс автором настоящего исследования разработаны гипотетические модели образовательного подхода.

Гипотетическая модель образовательного подхода через внедрение архитектурно-градостроительных дисциплин в учебный процесс (рис. 1) отражает формирование системы внедрения предметов различного названия и уровня материалов для обучения в соответствии с возрастом обучающегося. Данная система формируется органами государственной власти федерального значения, контролируется региональными органами власти в области образования и науки и исполняется муниципальными органами власти и образовательными учреждениями. На примере малого города Людиново Калужской области показана модель создания системы архитектурноградостроительного воспитания в рамках конкретных дисциплин общего образования и направлений средне-специального и высшего образования под контролем аппарата государственной власти.



МОДЕЛЬ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ВОСПИТАНИЯ

Рис. 1. Гипотетическая модель архитектурно-градостроительного воспитания специалистов межотраслевой координации и регулирования деятельности градостроительной политики в рамках формирования комфортной городской среды на примере муниципального образования «г. Людиново» Калужской области. Внедрение архитектурно-градостроительных дисциплин в общее, профессиональное и дополнительное образование [16]

Гипотетическая модель образовательного подхода путем интеграции соучаствующего проектирования в учебный процесс (рис. 2) отражает формирование системы объединения учебных практик средне-специальных и высших учебных заведений определенного ряда специальностей с практикой разработки, согласования и строительства архитектурно-градостроительных проектов. Данная система также формируется орга-

нами государственной власти федерального значения, контролируется региональными органами власти в области образования и науки и исполняется муниципальными органами власти и образовательными учреждениями. На примере малого города Людиново Калужской области показана модель создания системы интеграции учебного времени в практическое поле реализации проектов под контролем аппарата органов власти.



Рис. 2. Гипотетическая модель архитектурно-градостроительного воспитания специалистов межотраслевой координации и регулирования деятельности градостроительной политики в рамках формирования комфортной городской среды на примере муниципального образования «г. Людиново» Калужской области. Интеграция соучаствующего проектирования в образовательный процесс [16]

Выволы.

- 1. Автором настоящего исследования выявлены предпосылки, теоретически обоснован принцип архитектурно-градостроительного воспитания специалистов межотраслевой координации и регулирования деятельности градостроительной политики.
- 2. В материале представлены результаты в виде гипотетических моделей образовательного подхода через внедрение архитектурно-градостроительных дисциплин в общее, профессиональное, дополнительное образование и интеграцию соучаствующего проектирования в учебный процесс архитектурно-строительных учебных заведений в рамках формирования комфортной архитектурной среды на примере муниципального образования "г. Людиново" Калужской области.

3. Полученные результаты настоящего исследования представляют интерес в архитектурно-градостроительном сообществе. Архитектурно-градостроительное воспитание всех заинтересованных лиц – перспектива комфорта архитектурной среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 [Электронный ресурс]. Офиц. сайт Администрации Президента России. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 23.05.2022).
- 2. Шемелина О.С., Ванина О.Е. Аспекты психологического восприятия современной городской среды // Ценности и смыслы. 2009. №1(1). С. 72–89.

- 3. Анисимов А.В. Архитектурное воспитание общества (Учить архитектуре!) // Век толерантности. Научно-публицистический вестник. 2005. С. 268–271.
- 4. Абагеро Д.Д. Концепция соучаствующего проектирования Генри Саноффа // Вестник московского университета. сер. 18. социология и политология. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. 2021. Том 27. №1. С. 239-250.
- 5. Щербина Е.Ю., Клочкова Е.Р. Соучаствующее проектирование как инструмент развития городской среды // Управленческое консультирование. 2021. №7(151). С. 68–79.
- 6. Sanoff H. Democratic Design. Participation Case Studies in Urban and Small Town Environments. New York, 2010. 161 p.
- 7. Снигирева Н., Смирнов Д. Соучаствующее проектирование. Практики общественного участия в формировании среды больших и малых городов. Г. Санофф, пер. с англ. Вологда: Проектная группа 8, 2015. 170 с.
- 8. Верещагина Е.И. Соучаствующее проектирование: особенности подхода в России // Городские исследования и практики. 2021. Том 6. № 2. 19 с.
- 9. Солдатова Е.Л. Возрастно-психологические особенности восприятия как критерий эффективности массовой коммуникации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Южно-Уральский государственный университет. 2013. №1. С. 33–38.
- 10.Градостроительная политика [Электронный ресурс]. Офиц. сайт Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы. URL: https://stroi.mos.ru/ (дата обращения: 29.04.2022).

- 11. Баженова Е.С. Модернизация архитектурного образования // Аккредитация в образовании. 2014. №1(69). С. 35–37.
- 12.Жилкина Т.А. Непрерывное архитектурно-строительное образование как фактор социально-экономического развития общества // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. Научно-исследовательский московский государственный строительный университет. 2019. С. 43-47.
- 13. Бугаев К.В. Системы оценивания успеваемости студентов: проблемы и перспективы // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. Сибирский институт бизнеса и информационных технологий. 2017. №2. С. 107–113.
- 14.Полномочия Президента РФ и Правительства страны [Электронный ресурс]. Офиц. сайт Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации. URL: http://duma.gov.ru/news/57129/ (дата обращения: 17.01.2022).
- 15.Полномочия исполнительных органов государственной власти РФ [Электронный ресурс]. Офиц. сайт Правительства России. URL: http://government.ru/ (дата обращения: 20.01.2023).
- 16.Полномочия отдела образования администрации муниципального района "город Людиново и Людиновский район" [Электронный ресурс]. Офиц. сайт отдела образования администрации муниципального района "город Людиново и Людиновский район". URL: http://40423s007.edusite.ru (дата обращения: 24.02.2023).

Информация об авторах

Колесников Александр Альбертович, кандидат архитектуры, доцент департамента архитектуры инженерной академии РУДН. E-mail: kolesnikov-aa@rudn.ru. Российский университет дружбы народов. Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

Грибков Алексей Андреевич, аспирант департамента архитектуры инженерной академии РУДН. E-mail: gribkov.aleksei96@yandex.ru. Российский университет дружбы народов. Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. Ландшафтный архитектор-градостроитель 2 категории. ООО "СТРОЙПРОЕКТ". Россия, 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 11.

Поступила 04.04.2023 г.

© Колесников А.А., Грибков А.А., 2023

¹Kolesnikov A.A, ^{1,2,*}Gribkov A.A.

¹Peoples' Friendship University of Russia ²Limited Liability Company "STROYPROEKT" *E-mail: gribkov.aleksei96@yandex.ru

THE PRINCIPLE OF ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING EDUCATION OF SPECIALISTS INTERDISCIPLINARY COORDINATION AND REGULATION OF URBAN PLANNING POLICY ACTIVITIES

Abstract. Architectural environment - a space that includes architectural objects (buildings, structures), small architectural forms, the connecting elements of infrastructure between them (passages, sidewalks, squares). Specialists in various fields: urban planners, architects, artists, restorers form their own image of the architectural environment. However, the creation of a unified harmony in the development of facade solutions, elements of the planning structure, the integration of ideas into the existing environment is possible by combining the interests of specialists competent in architectural and urban development.

The article presents the material about the proposed principle of architectural and town-planning education not only for the specialists in town planning and architecture, but also for the professionals of related professions, whose joint activity forms the architectural environment surrounding us.

The educational process is formed by means of introduction of architectural and urban planning disciplines in general, professional, additional education and integration of co-creative design in the educational process of specialized architectural and construction educational institutions of professional and additional education.

The result of the material is the development of hypothetical models of educational approach. The controlling apparatus responsible for the reorganization of the educational process, consisting of state and municipal authorities, is formed. Approbation on the example of the municipality "the city of Lyudinovo and Lyudinovo district" is presented. Kaluga Oblast. The town of Lyudinovo is a small town with a population of less than 40 thousand people.

Keywords: educational process, public authorities, municipal formation "Lyudinovo" of Kaluga region, principle of architectural and urban planning education, urban planning policy.

REFERENCES

- 1. Decree of the President of the Russian Federation of 07.05.2018 № 204 [Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 07.05.2018 g. No. 204]. Official website of the Administration of the President of Russia. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027 (date of treatment: 23.05.2022).
- 2. Shemelina O.S., Vanina O.E. Aspekty psihologicheskogo vospriyatiya sovremennoj gorodskoj sredy [Aspekty psihologicheskogo vospriyatiya sovremennoj gorodskoj sredy]. Cennosti i smysly. 2009. No. 1(1). Pp. 72–89. (rus)
- 3. Anisimov A.V. Architectural education of society (Teach Architecture!) [Arhitekturnoe vospitanie obshchestva (Uchit' arhitekture!)]. Vek tolerantnosti. Nauchno-publicisticheskij vestnik. Novosibirskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet. 2005. Pp. 268–271. (rus)
- 4. Abagero D.D. Henry Sanoff's Concept of Collaborative Creative Design [Koncepciya souchastvuyushchego proektirovaniya Genri Sanoffa]. Vestnik moskovskogo universiteta. ser. 18. sociologiya i politologiya. Moskovskij gosudarstvennyj universitet im. M.V. Lomonosova. 2021. Vol. 27. No. 1. Pp. 239–250. (rus)

- 5. Shcherbina E.Y., Klochkova E.R. Co-participatory design as a tool for the development of urban environment [Souchastvuyushchee proektirovanie kak instrument razvitiya gorodskoj sredy]. Upravlencheskoe konsul'tirovanie. 2021. No. 7(151). Pp. 68–79. (rus)
- 6. Sanoff H. Democratic Design. Participation Case Studies in Urban and Small Town Environments. New York, 2010. 161 p.
- 7. Snigireva N., Smirnov D. Co-participatory Design. Practices of public participation in the formation of the environment of cities and towns. G. Sanoff, translated from English [Souchastvuyushchee proektirovanie. Praktiki obshchestvennogo uchastiya v formirovanii sredy bol'shih i malyh gorodov. G. Sanoff, per. s angl.]. Proektnaya gruppa 8. 2015. 170 p. (rus)
- 8. Vereshchagina E.I. Co-creative Design: Features of the Approach in Russia [Souchastvuyushchee proektirovanie: osobennosti podhoda v Rossii]. Gorodskie issledovaniya i praktiki. 2021. Vol. 6. No. 2. Pp. 7–25. (rus)
- 9. Soldatova E.L. Age-psychological peculiarities of perception as a criterion of mass communication efficiency [Vozrastno-psihologicheskie osobennosti vospriyatiya kak kriterij effektivnosti massovoj

kommunikacii]. Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. YUzhno-Ural'skij gosudarstvennyj universitet. 2013. No. 1. Pp. 33–38. (rus)

10.Urban Planning Policy [Gradostroitel'naya politika]. Official website of the Moscow Urban Planning Policy and Construction Complex. URL: https://stroi.mos.ru/ (date of treatment: 29.04.2022).

11.Bazhenova E.S. Modernization of architectural education [Modernizaciya arhitekturnogo obrazovaniya]. Akkreditaciya v obrazovanii. 2014. No. 1(69). Pp. 35–37. (rus)

12.Zhilkina T.A. Continuous architectural and construction education as a factor of socio-economic development of society [Nepreryvnoe arhitekturnostroitel'noe obrazovanie kak faktor social'noekonomicheskogo razvitiya obshchestva]. Gumanitarnye, social'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki. Moskovskij gosudarstvennyj stroitel'nyj universitet (nacional'nyj issledovatel'skij universitet). 2019. No. 11. Pp. 43–47. (rus)

13.Bugaev K.V. Systems for Student Assessment: Problems and Prospects [Sistemy ocenivaniya uspevaemosti studentov: problemy i perspektivy]. Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i infor-

macionnyh tekhnologij. Sibirskij institut biznesa i informacionnyh tekhnologij. 2017. No. 2. Pp. 107–113. (rus)

14.Powers of the President of the Russian Federation and the Government of the country [Polnomochiya Prezidenta RF i Pravitel'stva strany]. Official site of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation. URL: http://duma.gov.ru/news/57129/ (date of treatment: 17.01.2022).

15.Powers of the executive bodies of state power of the Russian Federation [Polnomochiya ispolnitel'nyh organov gosudarstvennoj vlasti RF]. Official site of the Government of Russia. URL: http://government.ru/ (date of reference: 20.01.2023).

16.Powers of the Department of Education of the Administration of the Municipal District "Lyudinovo City and Lyudinovo District". [Polnomochiya otdela obrazovaniya administracii municipal'nogo rajona "gorod Lyudinovo i Lyudinovskij rajon"]. Official website of the Department of Education of the Municipal District Administration "Lyudinovo City and Lyudinovo District". URL: http://40423s007.edusite.ru (date of accession: 24.02.2023).

Information about the authors

Kolesnikov, **Alexander A.** Ph.D. in architecture, assistant professor of the Department of Architecture at the RUDN Engineering Academy. E-mail: kolesnikov-aa@rudn.ru. Peoples' Friendship University of Russia. Russia, 117198, Moscow, Miklukho-Maklaya St., 6.

Gribkov, Alexey A. Postgraduate student of the Department of Architecture, Engineering Academy, RUDN. E-mail: gribkov.aleksei96@yandex.ru. Peoples' Friendship University of Russia. Russia, 117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str. 6. Landscape architect-city planner of the 2nd category. "STROYPROEKT" LLC. Russia, 101000, Moscow, Myasnitskaya St., 11.

Received 04.04.2023

Для цитирования:

Колесников А.А., Грибков А.А. Принцип архитектурно-градостроительного воспитания специалистов межотраслевой координации и регулирования деятельности градостроительной политики // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 7. С. 60–70. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-60-70

For citation:

Kolesnikov A.A, Gribkov A.A. The principle of architectural and urban planning education of specialists interdisciplinary coordination and regulation of urban planning policy activities. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 7. Pp. 60–70. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-60-70

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-71-83

*Олейников А.А., Арслан М.И., Перцев В.В.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова *E-mail: sharrrif@yandex.ru

РЕНОВАЦИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ Г. БЕЛГОРОДА

Аннотация. Формирование качественной и комфортной городской среды во многом связано с рациональным пользованием территорий муниципальных образований. Для достижения максимального эффективного пользования территориями зачастую необходимо проведение в их границах реновации. В статье рассматриваются планировочные характеристики г. Белгорода: основные планировочные районы, их специфические особенности. На основе проведенного анализа выявляются основные проблемы планировочных структур города, к которым относятся: проблема нерационального использования городских земель; проблема наличия деградирующих и депрессивных территорий; проблема дефицита территориальных ресурсов; проблема развития транспортно-планировочной структур; проблема состояния жилого фонда; проблема малого количества озелененных территорий и общественно-рекреационных пространств. На основе проведенного анализа планировочных структур г. Белгорода, авторами выдвигаются ряд городских территорий, особенно остро нуждающихся в реновации. Разработано предложение реновации микрорайона «Черемушки», которое направлено на разрешение выявленных проблем и формирование качественной и комфортной городской среды, насыщенной объектами жилого фонда, социальными, общественными, коммерческими и прочими объектами. Разработка предложения по реновации предлагается в неразрывной связи с формированием цифрового двойника территории - послойным цифровым градостроительным двойником всех компонентов территории и цифрового двойника в виде объемной модели, включающую в себя различные статистические базы данных.

Ключевые слова: реновация, городские территории, планировочная структура, жилой фонд, цифровая модель, цифровой двойник.

Введение. Создание качественной и комфортной городской среды – одна из важнейших стратегических задач градостроительной политики Российской Федерации. Для ее реализации необходима комплексная проработка множества вопросов, касающихся как архитектуры и градостроительства в целом, так и различных аспектов, связанных с правовой, социальной, экономической и технической составляющей городских инфраструктур. В связи с тем, что на сегодняшний день в городах наблюдается нарастание нерационально используемых территорий, препятствующих их устойчивому развитию, а также прослеживается увеличение показателей износа многоквартирных жилых домов, особую значимость в формировании качественной городской среды приобретают процессы реновации жилого фонда.

Данное исследование ставит своей *целью* рассмотреть планировочные особенности г. Белгорода, выявить проблемные территории, нуждающиеся в реновации и предложить сценарий их реновации непосредственно. *Объектом исследования* является сложившаяся планировочная структура г. Белгорода. К *задачам исследования* относятся: 1) анализ планировочной структуры г. Белгорода; 2) выявление проблем планировочных структур г. Белгорода; 3) предложение рено-

вации выборочной проблемной территории. Особое внимание уделяется необходимости разработки цифровых моделей территорий — «цифрового двойника».

Материалы и методы. В исследовании применен комплексный подход, используются методы сравнительного анализа. Теоретическую основу работы составляют избранные труды А.Г. Большакова [1], А.Е. Боровского [2], М.В. Перьковой [2, 3], В.В. Перцева, Е.И. Ладик, М.Ю. Дребезговой [3, 4], касающиеся вопросов формирования планировки территорий городской застройки г. Белгорода, ее современного состояния; работы Ю.О. Бакрунова [5], Е.Н. Шилиной [6], И.П. Авиловой [7], И.С. Жарикова [7, 8], Е.В. Бобылевой, Р.Г. Абакумова [9], касающихся обоснования необходимости реконструкции и реновации объектов недвижимости и выбора наиболее эффективного инвестиционного проекта реновации; и других исследователей по соответствующей тематике. Для анализа территории микрорайона «Черемушки» построена трехмерная модель территории. Создан цифровой двойник микрорайона «Черемушки», включающий в себя послойную базу данных, так же сопровождающуюся объемной моделью.

Основная часть. К настоящему времени, согласно генеральному плану [10], г. Белгород

представляется Центральным, Южным, Западным и Восточным планировочными районами с внешними границами согласно контурам городских административных границ (рис. 1). Для каждого планировочного района характерно наличие своих градостроительных особенностей.

- 1. В центральном планировочном районе расположен исторический центр города, для которого характерно наличие основного массива зданий и сооружений, представляющих историко-культурную ценность. Застройка района представляет собой здания, возведенные с 1960х годов до настоящего времени, преимущественно средней и повышенной этажности. Имеются индивидуальные жилые дома. В район так же входят территории промышленности (в том числе карьера), аэропорта, транспортных связей, природных особо охраняемых территорий $(OO\Pi T)$.
- 2. Основой южного планировочного района является многоэтажная жилая застройка, в меньшей степени присутствует индивидуальная жилая застройка. Часть района занята озеленением и массивами ООПТ.
- 3. Для западного планировочного района характерно наличие селитебных территорий, представленных преимущественно поселками коттеджного типа с приусадебными участками, в меньшей степени присутствует среднеэтажная жилая застройка. В районе имеются участки рельефа овражного типа, ООПТ, долина р. Гостянки, территории сельскохозяйственного пользования.
- 4. Застройка восточного планировочного района преимущественно среднеэтажная и повышенной этажности, присутствует индивидуальное жилье. Кроме того, в районе расположены территории промышленности и коммунальные территории, водные пространства р. Северский Донецк, водохранилище, лесные участки и озеленение рекреационного назначения.

Пространственный каркас г. Белгорода представлен историческим центром, вылетными магистральными улицами — меридиональными (главными) и широтными (подчиненного значения объектами орогидросети (долинами р. Северский Донец и ручьев, оврагами, разветвляющими стволы водотоков), который характеризуется расчлененным грядово-овражным рельефом [1]. Городская застройка преимущественно располагается на пологонаклонных вершинах холмов, положение микрорайонов (кварталов) относительно центра и вылетных магистралей характеризует связность и доступность территорий, а также обеспеченность услугами объектов общественного исторического центра [1]. Таким обра-

зом, город Белгород представляет собой планировочную структуру с доминирующими меридиональными связями, образующие линейную планировку в центральной части города, по мере удаления от центра переходящую в нерегулярную.

Проблемы планировочной структуры г. Белгорода. Несмотря на общую тенденцию к устойчивому развитию территорий и повсеместной работе над улучшением планировочной структуры г. Белгорода (проект реконструкции ул. Щорса [1111], проект реконструкции Свято-Троицкого квартала [1212] и пр.), в городе все еще наблюдается ряд проблем, связанных с планировочной структурой.

- 1. Проблема нерационального использования городских земель. В планировочной структуре города присутствует большое количество одно- и двухэтажной застройки односемейными домами и/или многоквартирными домами с вынесенными во двор жилыми функциями хранения [9], расположенных в центральной части города (по ул. Супруновская, в жилой территориальной зоне Кашары, микрорайоне «Савино» и т.д.). Такое расположение жилой застройки уменьшает эффективность использования жилого фонда и не соответствует допустимым нормируемым показателям плотности населения, что приводит к недостаточной эффективности пользования городских земель. Также следует отметить, что с разрастанием города в исторической ретроспективе многие промышленные территории оказались в центральной части города или в непосредственной от нее близости (завод «Энергомаш», Цементный завод, Белгородский комбинат строительных материалов и т.д.), что так же препятствует размещению на городских землях разнообразных по своей специфике объектов. Что касается большинства территориальных резервов открытых городских пространств, то, в связи с доминированием личного транспорта над общественным, большинство из этих пространств используются под фактические или потенциальные парковочные пространства. Таким образом, прослеживается нерациональное и неэффективное пользование землями территориального образования, что ведет к понижению общего социального благополучия населения, убыткам муниципалитета и прочим негативным последствиям.
- 2. Проблема наличия деградирующих и депрессивных территорий. В границах города располагаются овраги, застроенные гаражами и/или функционирующие в качестве мест стихийного выброса мусора (урочище Сапрыкин Лог, урочище Гриневское, территории близ проспекта

Ватутина и пр.) Данные территории отрицательно влияют на городскую среду, понижая ее качественные и эстетические показатели. Многие территории, используемые ранее промышленными предприятиями (например, территории завода лимонной кислоты), к настоящему моменту используются нерационально или не используются вовсе, становясь депрессивными, деградирующими. Реновация деградирующих внутригородских промышленных зон, которые утратили свое прямое назначение и ценность, видится одним из актуальных направлений развития и улучшения городской среды [13].

- 3. Проблема дефицита территориальных ресурсов. Данная проблема вытекает из вышеперечисленных. В городе наблюдается нехватка территориальных ресурсов, которая неизбежно ведет к расширению пригородной зоны за счет отчуждения сельскохозяйственных и природных территорий, прилегающих к городской черте [4], что отрицательно сказывается на природном каркасе и экологическом состоянии городской среды в целом.
- 4. Проблема развития транспортно-плани-Сеть общественного ровочной структуры. транспорта, как правило, развивается вместе с развитием существующих и формированием новых селитебных территорий соответственно, сеть общественного транспорта отражает развитие транспортно-планировочной инфраструктуры территории [2]. Транспортная сеть г. Белгорода постоянно испытывает высокие нагрузки, которые связаны со следующими факторами: увеличение количества жителей города, соответственно, увеличение количества автомобилей; увеличение показателей ежедневных социальнобытовых миграций; увеличение показателей ежедневных маятниковых трудовых миграций. Возникает множество общих и локальных участков, требующих новых решений в организации движения. Так же необходимо продолжать работу, связанную с общественным транспортом: создавать новые остановочные пункты, прокладывать новые маршруты, совершенствовать существующие маршруты для минимизации количества пересадок, необходимых для достижения пользователями конечной точки своего маршрута и т.д.
- 5. Проблема состояния жилого фонда. Дома типовых массовых серий составляют большую часть жилого фонда города и насчитывают 2,7 млн м², что составляет более 42 тысяч квартир [4]. При этом срок эксплуатации большинства таких домов вышел или подходит к концу, вследствие чего формируется негативная тенденция к возможному переходу жилого фонда в состояние аварийного. Вследствие этого, большинство домов массовых серий в Белгороде нуждаются в

обновлении в виду функционального, физического и морального износа.

6. Проблема малого количества озелененных территорий и общественно-рекреационных пространств. С течением времени многие существующие в г. Белгороде открытые общественные пространства (парк им. В.И. Ленина, парк Памяти, Южный парк и пр.), перестали отвечать потребностям населения и частично утратили или изменили свои функции. Вследствие этого данные территории нуждаются в обновлении, преобразовании и дальнейшем комплексном развитии, возникает необходимость проведения на таких территориях мероприятий по реновации и реорганизации открытых общественных пространств [14].

Особенности рельефа местности (ярко-выраженный овражно-балочный и склоновый рельеф) и нерегулируемая застройка на ранних этапах развития территорий г. Белгорода спровоцировали развитие нерегулярной планировочной структуры города, что в свою очередь стало причиной непланомерности развития транспортной инфраструктуры, нерационального размещения промышленных территорий и территорий расположения индивидуальной жилой застройки. Исходя из вышеперечисленного, для включения невостребованных в существующем состоянии объектов недвижимости или нерационально используемых территорий в процессы эффективного пользования, необходимо их перепрофилирование, которые возможно путем проведения реновации. Реновация будет способствовать созданию качественной и комфортной городской среды.

Выявление проблемных территорий г. Белгорода. На основе проведенного анализа планировочных структур города Белгорода, авторами выдвигаются следующий ряд городских территорий, имеющих в своих границах описанные выше проблемы и особенно остро нуждающихся в реновации (рис. 1). К таким территориям можно отнести:

- микрорайон «Савино», площадь $326\ 588,15\ \mathrm{m}^2;$
- микрорайон «Гриневка», площадь 214 812 м 2 ;
- микрорайон «Черемушки», площадь $858\ 566\ {\rm M}^2;$
- квартал на Свято-Троицком бульваре, площадь $80\ 197\ \text{м}^2$;
- 1-й Южный микрорайон, площадь 424 372 м 2 ;
- 2-й Южный микрорайон, площадь 309 477 м 2 .

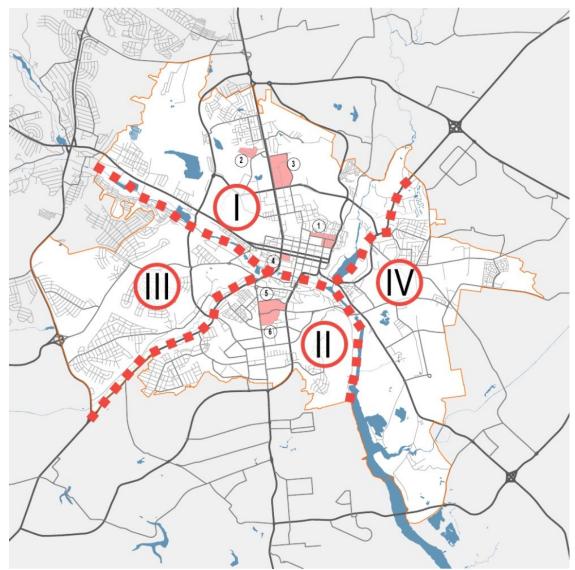


Рис. 1. Планировочные районы г. Белгорода и предлагаемые к реновации участки жилых территорий: I- Центральный район, II- Южный район, II- Западный район, IV- Восточный район; 1- мкр. «Савино», 2- мкр «Гриневка», 3- мкр «Черемушки», 4- квартал на Свято-Троицком бульваре, 5- 1-й Южный мкр, 6- 2-й Южный мкр.

Сост. Олейников А.А.

Данные территории являются значимыми в общегородской структуре, однако не реализовывают свой градостроительный потенциал в полной мере. Использование внутренних территорий, архитектурно-пространственная и функциональная организация которых на сегодняшний день не соответствует их градостроительной значимости и потенциалу, обычно предполагает реновацию и восстановление объектов недвижимости [7]. Одним из вариантов использования территории является полный снос существующего объекта и строительство нового по функциям комплекса с нуля, но при таком методе значительно увеличиваются затраты на снос объектов, на расчистку территории и так далее [8].

В качестве частного примера разработки предложения по реновации городских территорий в исследовании рассматривается микрорайон

«Черемушки» г. Белгорода, а также прилегающие к нему городские территории.

Обоснование актуальности разработки проекта реновации микрорайона «Черемушки». Согласно правилам землепользования и застройки (ПЗЗ) г. Белгорода [15] микрорайон «Черемушки» в своих границах имеет территории многоэтажной жилой застройки, районную общественно-деловую зону и зону обслуживания жилых и прочих комплексов. Территориальные зоны ПЗЗ соответствуют функциональным зонам Генеральному плану г. Белгорода (рис. 2, 3). Границы зон соответствуют кадастровому делению, за исключением земельного участка с кадастровым номером 31:16:0202005:20, территория которого принадлежит двум территориальным зонам в нарушение требований ч. 4 ст. 33 Градостроительного Кодекса РФ, где сказано, что границы территориальных зон должны отвечать требованию принадлежности каждого земельного

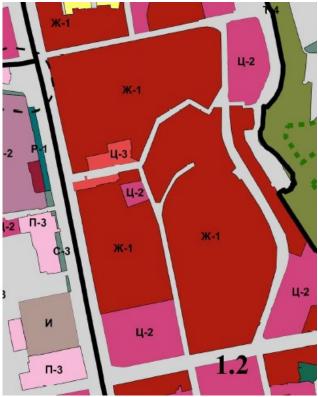


Рис. 2. Правила землепользования и застройки г. Белгорода [15]

Согласно Бакрунову Ю.О., оптимальному объекту, пригодному для реновации, необходимо учитывать следующие параметры, которые влияют на инвестиционную привлекательность территории: местоположение объекта, инфраструктура, экологическое влияние, объемно-планировочные характеристики, конструктивные характеристики, техническое состояние здания, возможность изменения целевого назначения объекта недвижимости [5]. Рассмотрим микрорайон «Черемушки» по заданным параметрам.

- 1. Местоположение. Микрорайон «Черемушки» расположен в центральной части г. Белгорода по одной из основных лучевых магистралей города улице общегородского значения проспект Богдана Хмельницкого. Высокая транспортная доступность, наличие большого количества остановок общественного транспорта делает территорию потенциально привлекательной к развитию.
- 2. Инфраструктура. В границах микрорайона преимущественно располагается среднеэтажная жилая застройка, в меньшей степени присутствует многоэтажная жилая застройка. Присутствуют объекты высших учебных заведений (НИУ «БелГУ», БУКЭП), дошкольные общеоб-

участка только одной территориальной зоне. Несовпадение незначительное, что может быть следствием технической неточности.



Рис. 3. Генеральный план развития городского округа «город Белгород» до 2025 года [10]

разовательные учреждения, общеобразовательные учреждения, коммерческие объекты, объекты административного назначения. На прилегающих к микрорайону территориях располагаются объекты здравоохранения (областная инфекционная клиническая больница им. Е.Н. Павловского, Белгородская областная клиническая больница), общеобразовательные организации, промышленные объекты (завод «Сокол», завод «Ритм» и пр.), объекты транспортной и инженерной инфраструктуры (троллейбусное депо), а также много- и среднеэтажная жилая застройка, коммерческие объекты, объекты административного назначения. Находящееся поблизости урочище входит в ООПТ города.

3. Экологическое влияние. Расположенные в непосредственной близости промышленные территории относятся к предприятиям 3–4 классам, что, согласно классификации опасных производственных объектов, относится к средней и низкой степени вредного воздействия на окружающую среду. Система озеленения включает в свой состав все элементы системы от сада жилого района до зеленых насаждений на участках отдельных общественных зданий и озеленения вдоль ограничивающих микрорайоны улиц [6. Таким

образом, общее экологическое состояние окружающей среды можно охарактеризовать как в целом удовлетворительное.

- 4. Объемно-планировочные и конструктивные характеристики, техническое состояние. В микрорайоне «Черемушки» в равной степени присутствуют кирпичные и панельные 5-ти этажные жилые дома в меньшей степени присутствуют многоэтажные жилые дома, которые нуждаются как в реконструкции, так и в реновации. Кирпичные дома возведены в период с 1950 по 1979 гг. Несмотря на то, что их срок эксплуатации еще не истек, данные дома не соответствуют современным технико-эксплуатационным и моральным требованиям. Их основным недостатком являются: малые площади кухонь (с площадью от 4,0 до 6,0 м²), прихожих (площадью 5,0м2) и совмещенных санитарных узлов, высота помещений (до 2,5 м) [16–18], небольшое число трехкомнатных квартир, а также ориентация большей части квартир на одну сторону света
- [19]. Панельные дома относятся к 1960—1969 гг. постройки, их характеризует то, что нормативный срок их эксплуатации истекает [4]. Данные жилые дома расположены на территории, обеспеченной инженерной, транспортной и социальной инфраструктурой и могут рассматриваться как перспективные к реновации территории [3].
- 5. Возможность изменения целевого назначения объекта недвижимости. Процессы реновации в первую очередь взаимоувязаны на изменении изначального назначения объекта полностью или частично. Перефункционализация будет способствовать более активному включению объектов в процессы их эффективного пользования. Расположенные в границах микрорайона объекты имеют потенциал к формированию на их базе социально привлекательных объектов, точек притяжения.

Особенности территории микрорайона «Черемушки» представлены на опорном плане (рис. 4).

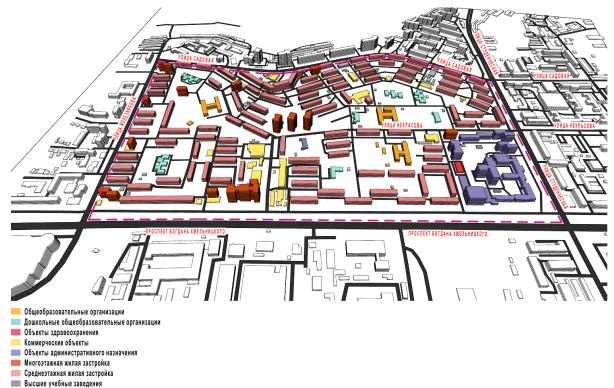


Рис. 4. Опорный план микрорайона«Черемушки». Сост. Олейников А.А.

Предложение по реновации предусматривает реконструкцию территорий и объектов, а также снос и реновацию 5-ти этажной кирпичной застройки (рис. 5), которая не отвечает современным технико-эксплуатационным и моральным требованиям. Площадь сносимых зданий и сооружений составляет $186\,847\,\mathrm{m}^2$, в том числе жилая площадь $-158\,820\,\mathrm{m}^2$.

Проектом реновации предлагается пространственная организация микрорайона, кото-

рая учитывает оптимальное начертание транспортных и пешеходных связей, обеспечивает удобные и близкие подходы к остановкам общественного транспорта, общественному центру и зданиям, способствовать рациональной организации сети местных улиц и проездов, включая подъезды индивидуального транспорта к каждой секции жилого дома (рис. 6). Количество новых парковочных мест для жильцов составит 3 795 шт. Количество новых парковочных мест для коммерческих помещений — 169 шт.

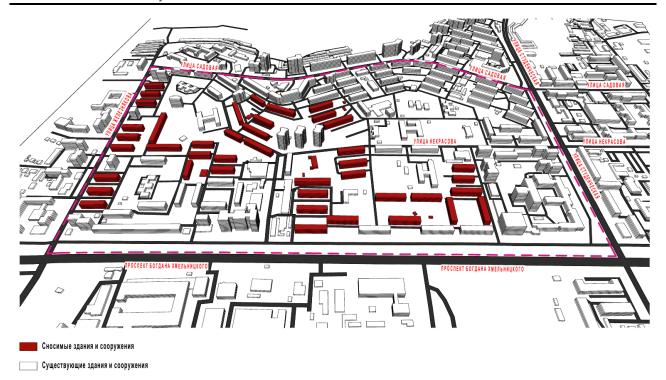


Рис. 5. Сносимые и реновируемые объекты микрорайона «Черемушки». Сост. Олейников А.А.

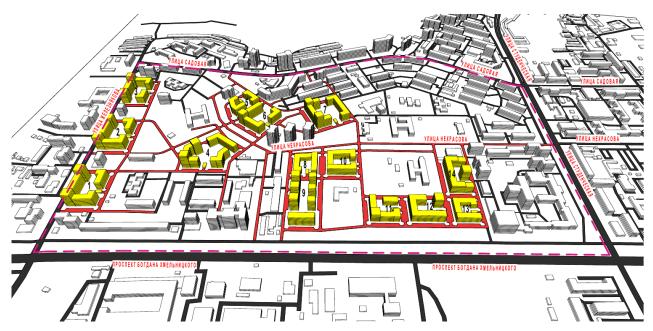


Рис. 6. Территория микрорайона «Черемушки» после реновации. Сост. Олейников А.А., Перцев В.В.

Общая площадь новых зданий и сооружений составит $352\ 203,08\ \text{м}^2$, в том числе площадь жилых помещений — $285\ 067,05\ \text{m}^2$. Площадь коммерческих помещений предложения насчитывает $15\ 510\ \text{m}^2$. Площадь формируемых предложением по реновации кварталов приведена в таблице 1.

Открытые общественные пространства организуются как многокомпонентные кластеры и

драйверы различных процессов, возможных на их территории — социальное взаимодействие среди населения; создание торговых связей; проведение развлекательных мероприятий и пр. [14]. Схема социальной инфраструктуры территории микрорайона «Черемушки» после предлагаемых мероприятий по реновации представлена на рисунке 7.

Таблица 1 Площадные показатели реновируемых территорий микрорайона «Черемушки»

№ п/п	Условное наименование квартала	Площадные показатели, м ²
1.	Квартал №1	31 031,17
2.	Квартал №2	33 898,38
3.	Квартал №3	30 931,06
4.	Квартал №4	37 508,93
5.	Квартал №5	16 361,49
6.	Квартал №6	27 446,88
7.	Квартал №7	37 630,28
8.	Квартал №8	10 722,05
9.	Квартал №9	35 700,17
10.	Квартал № 10	19 705,85
11.	Квартал № 11	15 563,23
12.	Квартал № 12	20 008,03
13.	Квартал № 13-	9 792,20
14.	Квартал № 14	25 975,34

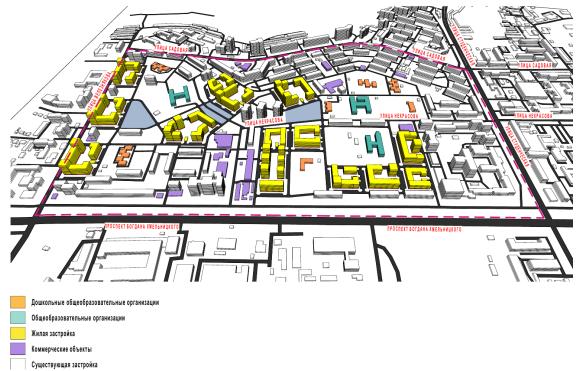


Рис. 7. Социальная инфраструктура территории микрорайона «Черемушки» после реновации. Сост. Олейников А.А., Перцев В.В.

Цифровой овойник территории. Стоит особенно отметить, что для возможности проведения реновации территории, для привлечения представителей администрации, населения и бизнеса, необходимо не только разрабатывать предложения проводимых мероприятий по реновации, но и мониторить территорию на объект ее устойчивого развития. Для этого необходимо создавать «цифровые двойники».

Цифровой двойник — это виртуальная, созданная с помощью компьютерных технологий модель объекта, местности, города, являющаяся двойником по геометрическими параметрами и направленная на повышение эффективности

управления объектом или территориями [16]. Правильная реализация и моделирование изменений и взаимодействия между явлениями природы и деятельностью человека жизненно важны для лиц, принимающих решения, результаты этих видов исследований играют роль инструмента планирования возможного роста городов, а также определяют его направление, качество, количество и интервалы [20, 21].

Исходя их того, что главной особенностью цифровых двойников является их способность к моделированию – прогнозированию, необходимость их создания только подтверждается. Возможность контролирования процессов, которые

протекают на рассматриваемых территориях и/или объектах, мониторинг их состояния, выявление и предотвращение аварийных и конфликтных ситуаций становится возможным на основе единой комплексной цифровой модели, которая и представляет собой «цифровой двойник».

На примере микрорайона «Черемушки» смоделирован цифровой двойник (на базе программы QGIS), который включает в себя послойный цифровой градостроительный двойник (цифровой двойник инфраструктуры, цифровой двойник ландшафта, цифровой двойник объектов архитектуры и градостроительства) и цифровой двойник в виде объемной модели (рис. 8).



Рис. 8. Цифровой двойник микрорайона «Черемушки». Сост. Олейников А.А.

Кроме визуального восприятия, цифровой двойник включает в себя актуальную информацию из нескольких источников (Государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности, Единого государственного реестра недвижимости, Федеральной государственной информационной системы территориального планирования, Публичной кадастровой карты) и формирует полную базу дан-

ных о территории (рис. 9). Таким образом, цифровой двойник дает возможность увидеть потенциал территории, что особенно важно для принятия стратегии ее развития в ходе публичных слушаний и общественных обсуждений. Таким образом, цифровой двойник непосредственно связан со стратегиями пространственного развития и концептуально показывает то, каким будет город или его часть.

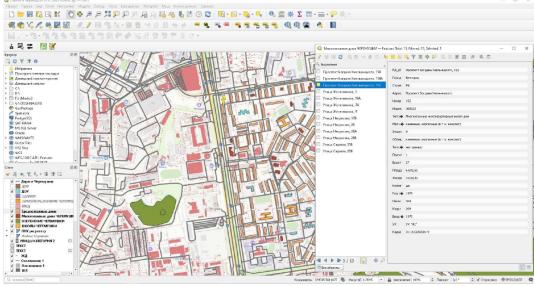


Рис. 9. База данных микрорайона «Черемушки». Сост. Олейников А.А.

Вывод. В результате анализа планировочных характеристик г. Белгорода по основным планировочным районам (Центральный, Южный, Западный, Восточный) выделены следующие проблемы: нерациональное использования городских земель; наличие деградирующих и депрессивных территорий; дефицит территориальных ресурсов; высокая нагруженность транспортно-планировочных структур; неудовлетворительное состояние жилого фонда; малое количество озелененных территорий и общественнорекреационных пространств. Исходя из того, что процессы реновации направлены на разрешение множества проблем, связанных с повышением качества городской среды, совершенствованием системы улично-дорожной сети, формированием системы общественных рекреационных пространств, а также улучшением качества жилого фонда, в качестве перспективного направления развития планировочной структуры г. Белгорода рассматривается возможность реновации территорий. Среди ряда выявленных территорий, которые особенно остро нуждаются в реновации, выделяется микрорайон «Черемушки». Предложереновации микрорайона «Черемушки» предусматривает формирование качественной и комфортной городской среды через реорганизацию транспортно-пешеходных связей, реконструкцию и реновацию объектов жилого фонда, насыщение территории социальными, общественными, коммерческими и прочими объектами. Особое место в разработке сценариев реновации занимает необходимость разработки цифрового двойника территории - послойного цифрового градостроительного двойника всех компонентов территории и цифрового двойника в виде объемной модели, включающую в себя различные статистические базы данных. Цифровой двойник необходим для более полного представления всех мероприятий, проводимых на территории, населению, администрации, инвесторов, что в значительной степени облегчит возможность всестороннего диалога и принятия градостроительных решений реновируемой территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Большаков А.Г., Лоншаков Д.А., Бондарева В.Ю., Щербакова Т.П. Оценка взаимосвязи социальных и пространственных факторов в планировке города Белгорода // Вестник ИрГТУ. 2015. №1 (96). С. 88–102.
- 2. Боровской А.Е., Смирнова А.Ю., Перькова М.В., Смирнов К.Л., Бердников М.Н. Маятниковые миграционные потоки Белгородской агломерированной территории // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. №. 2. С. 53–66.

- 3. Drebezgova M.Y., Perkova M.V., Ladik E.I., Percev V.V., Chernyshev Y.V. Adaptation of Industrial Territories // Lecture Notes in Civil Engineering. 2022. Vol. 227. Pp. 175–184. DOI:10.1007/978-3-030-94770-5 13.
- 4. Перцев В.В., Ладик Е.И., Дребезгова М.Ю., Пампущенко А.Ю. Формирование структуры жилищного фонда первых массовых серий застройки города Белгорода // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. №. 12. С. 62–74. DOI:10.34031/2071-7318-2022-7-12-62-74
- 5. Бакрунов Ю.О. Методология развития девелоперской деятельности в инвестиционностроительной сфере: автореф. д-ра экон. наук. М., 2010. 37 с.
- 6. Шилина Е.Н. Принципы формирования жилой застройки в условиях реновации жилищного фонда // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2019. №2. С. 275–281.
- 7. Авилова И.П., Жариков И.С. Методические аспекты экспресс диагностики эффективности инвестиционных процессов при реконструкции объектов недвижимости // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2016. №1. С. 159–163.
- 8. Жариков И.С. Методологический подход к учету технического состояния объектов недвижимости при определении их стоимостных характеристик // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2014. № 22. С. 100–104.
- 9. Бобылева Е.В., Абакумов Р.Г. Эффективность реконструкции городской застройки в городе Белгороде // Инновационная наука. 2017. Т. 1, № 4. С. 38–40.
- 10. Внесение изменений в генеральный план города Белгорода. Федеральная государственная информационная система территориального планирования (ФГИС ТП) [Электронный ресурс]. URL: https://fgistp.economy.gov.ru/lk/#/document-show/306744 (дата обращения: 21.05.2023).
- 11. Ширина Н.В., Вороговская И.Ю., Спеваков Б.С. Транспортная реформа Белгородской агломерации // Вектор ГеоНаук. 2021. №3. С.28-33. doi:10.24412/2619-0761-2021-3-28-33.
- 12. Фесенко В. Белый квартал, пятиэтажные офисы и «Белая гора». Как изменится Свято-Троицкий квартал в Белгороде // Сетевое издание Fonar.tv. 2021. URL: https://fonar.tv/article/2021/12/10/belyi-kvartal-pyatietazhnye-ofisy-i-belaya-gora-kak-izmenitsya-svyato-troickiy-kvartal
- 13. Рошупкина О.Е., Баклаженко Е.В., Олейников А.А. Реновация промышленных территорий города // Образование. Наука. Производство: Сборник докладов XIV Международного молодежного форума, Белгород, 13–14 октября

- 2022 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 198–205.
- 14. Баклаженко Е.В., Рощупкина О.Е. Развитие городский открытых общественных пространств // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XIV Международного молодежного форума, Белгород, 13–14 октября 2022 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 34–40.
- 15. Правила землепользования и застройки городского округа «Город Белгород» Белгородской области. Федеральная государственная информационная система территориального планирования (ФГИС ТП) [Электронный ресурс]. URL: https://fgistp.economy.gov.ru/lk/#/document-show/309787 (дата обращения: 21.05.2023).
- 16. Олейников А.А. Цифровой двойник города как эффективный способ управления городом и ресурсами // Образование. Наука. Производство: Сборник докладов XIV Международного молодежного форума, Белгород, 13–14 октября 2022 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 169–173.

- 17. Полякова Т.А. Роль планировочной структуры в формировании неблагоприятной экологической ситуации в крупных городах на примере г. Белгорода // Актуальные проблемы современной науки: тр. 2-го Междунар. форума. Самара: СМГТУ, 2006. Ч. 16. С. 67–69.
- 18. Сайт органов местного самоуправления. О Белгороде [Электронный ресурс]. URL: http://www.beladm.ru/o-belgorode/ (дата обращения: 21.05.2023).
- 19. Коренькова Г.В., Митякина Н.А., Белых Т.В., Дорохова Е.И. Зарождение реновационных процессов в жилищной сфере крупных городов России (на примере города Белгорода) // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 1. С. 60–69. DOI 10.34031/2071-7318-2021-7-1-60-69.
- 20. Аль-Савафи М.Х., Перькова М.В., Аль-Джабери Ахмед А. Изучение изменений в земле-пользовании территории г. Белгорода с использованием дистанционного зондирования и ГИС методов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. №. 1. С. 103–111. DOI:10.12737/article 5c506230c1b058.24738025.
- 21. DeFries R.S., Foley J.A., Asner G.P. Landuse choices: Balancing human needs and ecosystem function // Frontiers in Ecology and the Environment. 2004. 2(5). Pp. 249–257.

Информация об авторах

Олейников Александр Анатольевич, аспирант. E-mail: sharrrif@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Арслан Марьям Ильхамовна, ассистент кафедры архитектуры и градостроительства. E-mail: maryam.rizaeva@bk.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Перцев Виталий Владимирович, директор Архитектурного Института Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. E-mail: percev_av@bk.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 25.05.2023 г.

© Олейников А.А., Арслан М.И., Перцев В.В., 2023

*Oleinikov A.A., Arslan M.I., Percev V.V.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov *E-mail: sharrrif@yandex.ru

RENOVATION OF URBAN TERRITORIES: PROBLEMS AND SOLUTIONS ON THE EXAMPLE OF BELGOROD

Abstract. The formation of a high-quality and comfortable urban environment is largely associated with the rational use of the territories of municipalities. To achieve maximum effective use of territories, it is often necessary to carry out renovation within their boundaries. The article discusses the planning features of the city of Belgorod: the main planning areas, their specific features. Based on the analysis, the main problems of the planning structures of the city are identified, which include: the problem of irrational use of urban land; the problem of the presence of degrading and depressed territories; the problem of scarcity of territorial resources; the problem of development of transport and planning structures; the problem of the state of the housing stock; the problem of a small number of green areas and public and recreational spaces. Based on

the analysis of the planning structures of the city of Belgorod, the author puts forward a number of urban areas that are especially in dire need of renovation. A proposal for the renovation of the Cheryomushki microdistrict has been developed, which is aimed at resolving the identified problems and creating a high-quality and comfortable urban environment, saturated with housing stock, social, public, commercial and other facilities. The development of a proposal for renovation is proposed in close connection with the formation of a digital twin of the territory - a layered digital urban twin of all components of the territory and a digital twin in the form of a three-dimensional model that includes various statistical databases.

Keywords: renovation, urban areas, planning structure, housing stock, digital model, digital twin.

REFERENCES

- 1. Bolshakov A.G., Lonshakov D.A., Bondareva V.Y., Shcherbakova T.P. Assessment of the relationship of social and spatial factors in the planning of the city of Belgorod [Ocenka vzaimosvyazi social-nyh i prostranstvennyh faktorov v planirovke goroda Belgoroda]. Bulletin of IrGTU. 2015. No. 1 (96). Pp. 88–102. (rus)
- 2. Borovskoy A.E., Smirnova A.Y., Perkova M.V., Smirnov K.L., Berdnikov M.N. Pendulum migration flows of the Belgorod agglomered territory [Mayatnikovyye migratsionnyye potoki Belgorodskoy aglomerirovannoy territorii]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 2. Pp. 53–66. DOI:10.34031/2071-7318-2022-8-2-53-66. (rus)
- 3. Drebezgova M.Y., Perkova M.V., Ladik E.I., Percev V.V., Chernyshev Y.V. Adaptation of Industrial Territories. Lecture Notes in Civil Engineering. 2022. Vol. 227. Pp. 175–184. DOI:10.1007/978-3-030-94770-5 13.
- 4. Percev V.V., Ladik E.I., Drebezgova M.Y, Pampushenko A.Y. Formation of the structure of the housing fund of the first mass development series in the city of Belgorod [Formirovaniye struktury zhilishchnogo fonda pervykh massovykh seriy zastroyki goroda Belgoroda]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2022. No. 12. Pp. 62-74. (rus) DOI:10.34031/2071-7318-2022-7-12-62-74.
- 5. Bakrunov Yu.O. Methodology for the development of development activities in the investment and construction sector: abstract of a Doctor of Economics [Methodology for the development of development activities in the investment and construction sector]. M., 2010. 37 p. (rus)
- 6. Shilina E.N. Principles of formation of residential development in the conditions of renovation of the housing stock [Printsipy formirovaniya zhiloy zastroyki v usloviyakh renovatsii zhilishchnogo fonda]. International Journal of Applied Science and Technology «Integral». 2019. No 2. Pp. 275–281. (rus)
- 7. Avilova I.P., Zharikov I.S. Methodological aspects of express-diagnostics of effectiveness of investment processes in the reconstruction of real estate objects [Metodicheskiye aspekty ekspress diagnostiki effektivnosti investitsionnykh protsessov pri rekonstruktsii ob'yektov nedvizhimosti]. Bulletin of

- BSTU named after V.G. Shukhov. 2016. No. 1. Pp. 159–163. (rus)
- 8. Zharikov I.S. Methodological approach to accounting for the technical condition of real estate objects in determining their cost characteristics [Methodological approach to accounting for the technical condition of real estate objects in determining their cost characteristics]. Intellectual potential of the 21st century: stages of knowledge. 2014. No. 22. Pp. 100–104. (rus)
- 9. Bobyleva E. V., Abakumov R. G. Efficiency of reconstruction of urban development in the city of Belgorod [Effektivnost' rekonstruktsii gorodskoy zastroyki v gorode Belgorode]. Innovative science. 2017. T. 1, No 4. Pp. 38–40. (rus)
- 10. Amendments to the master plan of the city of Belgorod [Vneseniye izmeneniy v general'nyy plan goroda Belgoroda]. The Federal State Information System for Territorial Planning (FSIS TP). URL: https://fgistp.economy.gov.ru/lk/#/document-show/306744 (date of treatment: 21.05.2023). (rus)
- 11. Shirina N.V., Vorogovskaya I.Yu., Spevakov B.S. Transport reform of the Belgorod agglomeration [Transportnaya reforma Belgorodskoy aglomeratsii]. Vector of Geosciences. 2021. 4 (3). Pp. 28–33. DOI:10.24412/2619-0761-2021-3-28-33. (rus)
- 12. Fesenko V. White quarter, five-story of-fices and «Belaya gora». How the Svyato-Troitskiy Quarter in Belgorod will change [Belyy kvartal, py-atietazhnyye ofisy i «Belaya gora». Kak izmenitsya Svyato-Troitskiy kvartal v Belgorode]. Online edition Fonar.tv. 2021. URL: https://fonar.tv/article/2021/12/10/belyi-kvartal-pyatietazhnye-ofisy-i-belaya-gora-kak-izmenitsya-svyato-troickiy-kvartal. / (date of treatment: 19.05.2023). (rus)
- 13. Roshchupkina O.E., Baklazhenko E.V., Oleinikov A.A. Renovation of industrial areas of the city [Renovatsiya promyshlennykh territoriy goroda]. Education. The science. Production: Collection of reports of the XIV International Youth Forum, Belgorod, October 13–14, 2022. Belgorod: Belgorod State Technological University. V.G. Shukhova, 2022. Pp. 198–205. (rus)
- 14. Baklazhenko E.V., Roshchupkina O.E. Development of urban open public spaces [Razvitiye gorodskiy otkrytykh obshchestvennykh prostranstv]. Education. The science. Production: Collection of

reports of the XIV International Youth Forum, Belgorod, October 13–14, 2022. Belgorod: Belgorod State Technological University. V.G. Shukhova, 2022, Pp. 34–40. (rus)

- 15. Rules for land use and development of the urban district Belgorod of the Belgorod region [Pravila zemlepol'zovaniya i zastroyki gorodskogo okruga «Gorod Belgorod» Belgorodskoy oblasti]. The Federal State Information System for Territorial Planning (FSIS TP). URL: https://fgistp.economy.gov.ru/lk/#/document-show/309787 (date of treatment: 21.05.2023). (rus)
- 16. Oleinikov A.A. Digital twin of the city as an effective way to manage the city and resources [Tsifrovoy dvoynik goroda kak effektivnyy sposob upravleniya gorodom i resursami]. Education. The science. Production: Collection of reports of the XIV International Youth Forum, Belgorod, October 13–14, 2022. Belgorod: Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov, 2022. Pp. 169–173. (rus)
- 17. Polyakova T.A. The role of the planning structure in the formation of an unfavorable environmental situation in large cities on the example of the city of Belgorod [Rol planirovochnoj struktury v formirovanii neblagopriyatnoj ekologicheskoj situacii v krupnyh gorodah na primere g. Belgoroda]. Aktualnye problemy sovremennoj nauki: tr. 2-go

Mezhdunar. foruma. Samara: SMGTU, 2006. Vol. 16. Pp. 67–69. (rus)

- 18. Site of local governments. About Belgorod. URL: http://www.beladm.ru/o-belgorode/ (date of treat-ment: 20.05.2023).
- 19. Korenkova G.V., Mityakina N.A., Belyh T.V., Dorohova E.I. The origin of renovation processes in the housing sector of large cities of Russia (on the example of the city of Belgorod) [Zarozhdenie renovacionnyh processov v zhilishchnoj sfere krupnyh gorodov Rossii (na primere goroda Belgoroda)]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2022. No 1. Pp. 60–69. (rus) DOI 10.34031/2071-7318-2021-7-1-60-69.
- 20. Al-Sawafi M.H., Perkova M.V., Al-Jaberi A.A.H. Study of changes in the land use of Belgorod with remote sensing and GIS methods [Izucheniye izmeneniy v zemlepol'zovanii territorii g. Belgoroda s ispol'zovaniyem distantsionnogo zondirovaniya i GIS metodov]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 1. Pp. 103–111. DOI:10.12737/article_5c506230c1b058.2473802 (rus)
- 21. DeFries R.S., Foley J.A., Asner G.P. Landuse choices: Balancing human needs and ecosystem function. Frontiers in Ecology and the Environment. 2004. 2(5). Pp. 249–257.

Information about the authors

Oleinikov, **Alexander A.** Postgraduate student. E-mail: sharrrif@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Arslan, Maryam I. Assistant. E-mail: maryam.rizaeva@bk.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Percev, Vitaly V. Director of the architectural institute. E-mail: percev_av@bk.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received 25.05.2023

Для цитирования:

Олейников А.А., Арслан М.И., Перцев В.В. Реновация городских территорий: проблемы и пути решения на примере г. Белгорода // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 7. С. 71–83. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-71-83

For citation:

Oleinikov A.A., Arslan M.I., Percev V.V. Renovation of urban territories: problems and solutions on the example of Belgorod. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 7. Pp. 71–83. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-71-83

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-84-90

Абрамова К.К., *Баулина Е.Н.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет *e-mail: arhi-lena@mail.ru

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ РУССКОГО СТИЛЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖ

Аннотация. В статье обозначается роль и значимость периода русского стиля в исторической застройке города Воронеж. Рассматриваются этапы развития русского стиля с середины $X\!I\!X$ – начала ХХ вв. в городе Воронеж и их характерные региональные особенности. Впервые проводится комплексный анализ архитектурных построек русского стиля Воронежа для выявления приемов объемно-пространственной композиции, архитектурно-планировочного решения, композиционного построения и художественных методов оформления фасадов. Особое внимание уделяется стилистическому, композиционному и морфологическому анализам архитектурных деталей фасадов зданий и декора. Исследования композиционной структуры фасадов базируются на научной методике, разработанной С.В. Семенцовым, позволившей провести анализ системы фасадного построения и представить сравнительный анализ двух периодов развития русского стиля. Описаны композиционные особенности осевого построения фасадов, анализ ритма и метра, разбивка фасада на горизонтальные и вертикальные членения, расположение пластического декора и выбор цветового решения. Затем, на основе теории архитектурных форм, проведен морфологический анализ архитектурного декора зданий: венчающих элементов, обрамлений оконных и дверных проемов. Выявлены характерные фасадные формы для архитектуры русского стиля Воронежа, проанализированы варианты их компоновки и разновидности используемых строительных материалов.

Ключевые слова: русский стиль, эклектика, неорусский стиль, структура фасада, архитектурные детали, композиционный анализ фасадов, морфологический анализ архитектурных форм.

Введение. Архитектура исторического центра города Воронеж – это постройки середины XIX - начала XX вв., среди них подавляющая часть - постройки периода историзма, из которых половина зданий выполнена в русском стиле. Почти весь XX век архитектура Воронежа несла потери, самые масштабные связаны с Великой Отечественной войной, когда 92 % застройки было разрушено. Затем начались послевоенные восстановительные работы [1], которые, на фоне смены идеологической направленности архитектуры [2], диктовали условия для перестройки зданий под неоклассицизм, а в 1970-1980 гг. начался массовый снос исторических зданий, которые еще не успели попасть под охрану.

В настоящее время ситуация не улучшилась. Здания периода историзма находятся в упадочном состоянии, снимаются с учета и, как следствие, подвергаются разрушению, а декор реконструированных фасадов упрощается или удаляется вовсе, тем самым архитектурный облик Воронежа утрачивает свою неповторимость и привлекательность.

Период архитектуры воронежского историзма изучен в многочисленных публикациях А.Н. Акиньшина [3, 4], В.А. Митина [5], П.А. Попова [6, 7], Г.А. Чеснокова [8, 9], они уделили внимание истории возникновения архитектурного наследия Воронежа и его развитию. Однако,

специфика и своеобразие региональных композиционных особенностей рассматриваемого периода до сих пор не изучалась.

«Знание принципов построения фасадов исторических зданий необходимы как при реставрации и реконструкции старых зданий, так и при строительстве современных зданий, использующих архитектурные формы прошлого» [10]. Поэтому так важно изучение не только образцов столичной архитектуры, но и особенностей региональной, в которой памятники зодчества являются неотъемлемой частью городской среды.

Материалы и методы. Исследование базируется на материалах архивных и библиографических источников, описывающих историю русского стиля в Воронеже. Основными методами, используемыми в настоящем исследовании, предстают натурные наблюдения, композиционный графический и морфологический анализы.

Объектом исследования является русский стиль и его разновидности в воронежской архитектуре XIX – начала XX вв.

Предмет исследования: объемно-пространственные, архитектурно-планировочные, композиционные решения построения фасадов и морфологический анализ декора провинциальной архитектуры русского стиля города Воронеж.

Цель исследования: выявление региональных композиционных особенностей в архитектуре русского стиля города Воронеж.

Задачи исследования:

- определить этапы развития русского стиля в воронежской архитектуре и их характерные особенности;
- провести комплексный анализ архитектуры русского стиля Воронежа для выявления композиционных особенностей;
- выявить особенности пластического декора фасадов характерных для воронежского русского стиля.

Основная часть. Город Воронеж географически близко расположен к Москве, из чего следует, что примером для подражания должна была стать московская архитектурная школа, но во второй половине XIX века в Воронеже работали мастера, которые были преимущественно выпускниками «Санкт-Петербургского строительного училища, а после его преобразования с 1882 г. — Института гражданских инженеров» [11]. Они в совершенстве владели знаниями теории архитектурных форм и умели проектировать в новом стиле. В этом смешении влияний архитектурных школ воронежская архитектура являет дуализм и своеобразие архитектуры русского стиля.

Провинциальной архитектуре свойственно временное запаздывание и на момент, когда в столицах русский стиль прочно сформировался и его развитие достигло второго этапа (1860–1880е гг.), в Воронеже только начала появляться архитектура в данном стиле. Первое построенное здание и сохранившееся до наших дней - гостиница «Центральная» купца Д.Г. Самофалова на Большой Дворянской улице. Строительство началось в 1878, по предположению краеведа П.А. Попова автором проекта является архитектор В.Е. Переверзев [6]. И только спустя более десяти лет в 1889 году ученик К.А. Тона -А.А. Кюи – проектирует Владимирский собор на Новоконной площади. Исходя из этих сведений следует, что строительство зданий в русско-византийском стиле было единичным и никак не повлияло на развитие русского стиля в Воронеже.

В период неорусского стиля архитектура Воронежа развивалась одновременно со столицами. Первый опыт реконструкции существующего здания в русский стиль – перестройка гостиницы «Гранд-отель» купца П.А. Шухмина, находящейся на Средне-Московской улице. В 1893 году неизвестный автор проекта «явно позаботился о том, чтобы завершение гостиницы гармонировало с русскими шатрами соседней гостиницы М.А. Воищева» [7], расположенной рядом. В 1910-е гг. мода на строительство зданий в

неорусском стиле угасает, на его смену приходит «чистый» модерн.

Таким образом, можно выявить два временных этапа развития русского стиля в Воронеже:

- 1. с 1878 по 1890-е гг. появление и становление стиля. (В это время в столицах уже закончился первый «русско-византийский» период формирования и второй период дошел до оформления археологического и почвеннического течений).
- 2. с 1893 по 1916-е гг. второй период трансформация стиля. (На смену стилизаторству приходит интерпретация древних русских форм. В городе начинается строительство зданий в неорусском стиле, оно распространяется и развивается одновременно со столицами и заканчивается только перед революционными событиями 1917 года).

При проведении исследования был произведен анализ тридцати одной постройки в русском (и его вариациях) стиле. Из анализа следует, что русский стиль в Воронеже был представлен объектами всего спектра типологии зданий по назначению: общественные здания, жилые здания, промышленные здания. При этом жилые здания представлены как частными жилыми домами, (в том числе дачами и усадебными) так и доходными домами, и общежитиями. Общественные здания тоже довольно разнообразны: гостиницы, банк, театр, школа. Промышленная и культовая архитектура представлены единичными постройками.

Анализ объемно-пространственной композиции построек русского стиля Воронежа показывает, что здания, имеющие не только жилую, но и общественную функции, по градостроительному положению имели характер особняковой застройки — отдельно стоящего дома с земельным участком.

Архитектурно-планировочная структура напрямую зависит от расположения объекта в градостроительном каркасе. Можно выделить следующие типы:

- 1. при рядовой застройке это прямоугольный или г-образный план с одним лицевым фасадом;
- 2. при угловой застройке это г-образный или прямоугольный план с двумя лицевыми фасадами.

Композиционный анализ проводился по авторской методике С.В. Семенцова, изложенной в его научном труде [12]. Система детализации архитектуры (СДА) фасадов делится на пять рангов детализации. На первом рассматривались оси и основные массы, на втором горизонталь-

ные членения, на третьем вертикальные членения, на четвертом пластический декор и на пятом цветовое решение.

Оси и основные массы. Для периода стилизаторства характерной чертой является дисимметричное построение фасада: в большинстве случаев фасад симметричен частично. Анализ метра и ритма показал, что преобладает метрический ряд с чередованием неравных интервалов между равными элементами, затем метрический ряд с чередованием неравных элементов и неравных интервалов [13, 14].

Воронежской архитектуре не свойственно выделять проемы по главным осям фасада, меняя их габариты, они повторяют второстепенные размеры проемов. Делая выбор в сторону метрического построения достигается статичность композиции.

Для следующего периода русского стиля — стилизации, предпочтение отдается асимметричному построению фасада с сочетанием метроритмических рядов. Появляется использование угловой композиции с применением ризалита (усадьба С.Т. Соколова и А.П. Виноградовой, арх. А.М. Баранов).

Горизонтальные членения стены, придающие зданию статичность и вес [15], пользуются широким распространением как в русском, так и в неорусском стилевом этапе. Это обусловлено преобладанием протяженных фасадов, у которых горизонтальная система членений более развита. Все архитектурные элементы можно поделить на цоколи: простой, с верхним профилем, с базой и верхним профилем, цокольный этаж. Венчающие карнизы: простой карниз и раскрепованный. Подоконная тяга или подоконный карниз. Межэтажные и второстепенные тяги: гурт и пояс.

Вертикальные членения стены. В воронежской архитектуре в период русского стиля встречается использование лопаток, пилястр, полуколонн, столбиков и кубышек. Ризалиты практически не используются, а вот к этапу неорусского стиля ризалиты охотно встречаются по главным осям фасада. На всем периоде исследования полностью отсутствует использование эркеров. Узкие вытянутые фасады встречаются намного реже чем протяженные, поэтому система вертикальных членений уступает горизонтальным. И как следствие имеет большую выраженность на ярусах верхних этажей.

Пластический декор: применяется на всех этапах развития русского стиля. Среди используемого: наборные колонки; замковые камни; рустованные стены; ниши; сандрики; кубышки; гребни; сухарики; кокошники: полуциркульные, трёхцентровые и килевидные. Филёнки, заклю-

ченные в прямоугольную форму со скульптурным заполнением и без него. Наибольшая степень детализации достигается на последних этажах с одновременным измельчением оконных проемов, первые этажи украшаются весьма скромно, как правило, они отдавались под рекламу. Наивысший процент использования пластического декора встречается в жилой архитектуре: доходных домах и городских усадьбах. В общественной архитектуре - это здания гостиниц. Декор выполняли из следующих строительных материалов: кирпича (дом купца А.Н. Вяхирева, городской зимний театр, гостиница «Киевское подворье» купца Ф.С. Бибикова), дерева (дом врача И.К. Никитина, дом Е.И. Ивановской) или гипсовой лепнины (доходный дом А.К. Земсковой, гостиница купцов М.Д., Н.Д. и П.Д. Зотовых).

Цвет и фактура. Историзм отличается разнообразием форм и цветовая палитра этого периода достаточно разнообразна. В общем случае это активное использование основного цвета фона для подчеркивания более мелких декоративных деталей. Встречаются бежевые (гостиница купца М.А. Воищева, гостиница «Грандотель» купца П.А. Шухмина), бирюзовые (дом купца А.Н. Вяхирева) и зеленые (дача М.Л. Вассермана) образцы, но преобладают красно-коричневые оттенки. «Много зданий строилось из красного кирпича, поэтому цветовая палитра архитектуры русского стиля изобилует красно-коричневыми и различными оттенками "кирпичных" тонов с белым, часто здания окрашивали известковой побелкой» [16] (рис.1).

Главные оси здания имеют наивысшую степень детализации, что акцентирует их статус на фасаде. В период русского стиля они подчеркнуты системой вертикальных членений, в период неорусского стиля образованы выступами стен и затем оформлены вертикальными членениями. На главных осях традиционно располагали следующие элементы: дверной проем либо въездную арку, оконный проем, а венчали многообразными архитектурными завершениями (шатром, куполом, башнями со шпилем, бочкой, фронтоном, аттиком в виде кокошника). Заметно преобладание пластического декора и выделение его цветом. Степень детализации увеличивалась снизу вверх по оси от нижнего яруса к верхнему и достигала максимума в завершении здания.

Морфология фасадных форм произведена по классификации, описанной такими авторами как А.Ф. Красовским [17], Н.В. Султановым [18] и И.Б. Михайловским [19]. Архитектурные элементы оценивались по осевому расположению, по форме и по материалу. В результате морфоло-

гического анализа были выявлены некоторые характеристики и свойства воронежской архитектуры русского стиля.

Особое значение придавалось венчающим элементам фасадов. По расположению на плоскости стены они имели следующие варианты: по главной оси, по второстепенной оси и по оси на углу здания. По применяемым строительным материалам их можно разделить на кирпичные и деревянные. Среди используемых типов форм

наибольшая распространенность у шатров. Также применяются купола с полицей, бочка, щипец, фронтон и аттик. Венчающие элементы щедро украшались архитектурными деталями, среди которых: слуховые окна, луковичные главы, шпили, кокошники, филенки, кубышки, кованные гребни. Сами крыши имели простую вальмовую форму с четырьмя скатами и холодным чердаком.

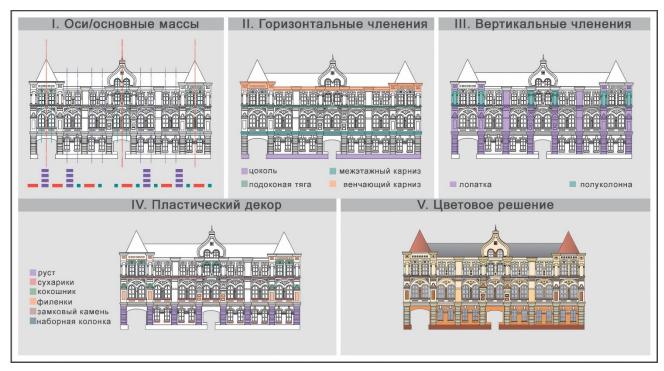


Рис. 1. Композиционный анализ по пяти рангам детализации на примере гостиницы купца М.А. Воищева. Выполнила: Абрамова К.К.

Обрамление оконных проемов также было исследовано по вышеперечисленным параметрам. Для воронежской архитектуры русского стиля не свойственно выделение оконных проемов по главным осям здания, по художественному наполнению и габаритам проемов они не отличаются от окон, расположенных по второстепенным осям. Однако, изменение форм и габаритов проемов просматривается на верхних ярусах этажей, от самых простых прямоугольных к более сложным типам или к использованию двойного окна. В подавляющем большинстве размер простенков меньше ширины проемов. Среди материалов распространен лицевой кирпич, оштукатуренный кирпич, гипсовая лепнина и дерево.

Окна верхних этажей по форме прямоугольные, арочные, полуциркульные, с наличником и сандриком. Форма окон первых этажей также многообразна, только практически без декора.

Входные группы в большинстве случаев располагались по главным осям, но, несмотря на

это, внимания их пластике уделялось мало. В кирпичных зданиях это прямоугольная или лучковая дверь без оформления, а также полуциркульная с наличником. Как правило, наибольшая проработка достигалась в архитектуре учебных заведений. В деревянных жилых постройках применялась прямоугольная форма двери с обильным украшением резьбой.

Балконы стали появляться только на этапе неорусского стиля. Они располагались по главным осям фасадов. В гостиничных зданиях, доходных домах и городских усадьбах, выстроенных из кирпича — это были кованные элементы с применением геометрических или растительных мотивов. В частной жилой архитектуре, выполненной из дерева, балконы имели геометрический орнамент на основе прямоугольника, квадрата, треугольника.

Выводы. В результате исследования были выявлены композиционные особенности архитектуры русского стиля Воронежа и сделаны следующие выводы:

- 1. Определены этапы формирования воронежского русского стиля. В отличие от столичного, который делится на три периода: руссковизантийский, русский и неорусский; на воронежский стиль повлияли только два последних периода развития.
- 2. Высокие архитектурно-художественные качества воронежского русского стиля были обусловлены работой здесь профессиональных местных и столичных архитекторов, что стало возможным благодаря вложениям состоятельного слоя населения воронежского купечества.
- 3. Выявлен специфичный принцип градостроительного расположения зданий общественной функции в воронежской застройке. Как и здания жилой функции они имели свойство особняковой застройки отдельно стоящего дома с земельным участком.
- 4. Выполненный сравнительный композиционный анализ фасадов двух периодов русского стиля по методике (СДА), позволил выявить особенности характерные для композиционного построения фасадов воронежской архитектуры русского стиля:
- развитая горизонтальная система членений фасада и как следствие преобладание протяженных зданий;
- вертикальные членения имеют большее использование на ярусах последних этажей;
- применение пластического декора и степень детализации увеличивается снизу-вверх по оси от нижнего яруса к верхнему и достигает максимума в завершении здания;
- цветовая палитра изобилует оттенками «кирпичных» тонов с белым. Характерно окрашивание плоскости стены в один цвет и выделение декора белым.
- 5. Проведенный морфологический анализ по теории архитектурных форм позволил более подробно остановиться на фасадных деталях и проанализировать их индивидуальные черты, которые реализовали архитекторы, проектировавшие в данной стилистике. Венчающие элементы представлены многообразием форм, самая употребляемая шатер, который подчеркивал центр композиции фасада или располагался на углу здания делая акцент. Проемы окон не выделяются по главным осям здания, но меняют габариты и формы к более сложным на последних ярусах фасадов. Дверные проемы в подавляющем большинстве находятся на главных осях здания, но их обрамление сдержанное.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О мероприятиях по восстановлению разрушенных немецкими захватчиками городов

- РСФСР: Смоленска, Вязьмы, Ростова-на-Дону, Новороссийска, Пскова, Севастополя, Воронежа, Новгорода, Великих Лук, Калинина, Брянска, Орла, Курска, Краснодара и Мурманска: Постановление Совнаркома СССР от 1 ноября 1945 г. № 2722 // ГА РФ. Ф. 5446. Оп. 1.
- 2. О перестройке литературно-художественных организаций: Постановление Политбюро ЦК ВКП(б) от 23 апреля 1932 г. // Партийное строительство. 1932. № 9. С. 62.
- 3. Акиньшин А.Н., Попов П.А. Историкокультурное наследие Воронежа. Воронеж.: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2000. 576 с.
- 4. Акиньшин А.Н. Храмы Воронежа. Воронеж: РИФ Кварта, 2003. 240 с.
- 5. Митин В.А. Усадьбы города Воронежа XVIII, XIX, XX веков. Воронеж: Никитинское, 2004. 223 с.
- 6. Попов П.А. Русский стиль и его носители в архитектуре Воронежа середины XIX середины XX в. // Воронежский вестник архивиста. 2010. № 8. С. 134–163.
- 7. Попов П.А. Русский стиль и его носители в архитектуре Воронежа середины XIX середины XX в. // Воронежский вестник архивиста. 2012. № 10. С. 147–160.
- 8. Чесноков Г.А. Воронеж. Каменная летопись. Архитектура и строительство: в 2 т. Т. 1. Воронеж.: Альбом, 2011. 200 с.
- 9. Чесноков Г.А. Архитектура Воронежа: история и современность. Воронеж: Воронежская гос. арх.-строит. академия, 1999. 394 с.
- 10.Возняк Е.Р. Принципы оформления классического фасада архитектурными формами // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 18–25.
- 11. Гурьев Г.С., Енин А.Е., Гурьев С.Н. Архитекторы Воронежа на всероссийских Съездах русских зодчих. // Архитектон: известия вузов. 2021. №2(74). С. 1–12.
- 12. Семенцов С.В. Объемно-пространственная система города как основа его гармонии (на примере Ленинграда): дисс. канд. архитектуры. СПб, 1982. 156 с.
- 13. Иконников А.В. Основы архитектурной композиции. М.: Искусство, 1971. 224 с.
- 14. Кринский В.Ф., Ламцов И.В., Туркус М.А. Элементы архитектурно-пространственной композиции. М.: Стройиздат, 1968. 168 с.
- 15.Возняк Е.Р. Методика исследования детализации фасадов исторических зданий на основе теории архитектурных форм // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 1. С. 22–26.

- 16. Гурьев С.Н. Цветовой потенциал исторической архитектуры в формировании колористики Воронежа // Градостроительство. 2011. № 5. С. 23–27.
- 17. Красовский А. Гражданская архитектура. Части зданий. СПб., 1851. 463 с.
- 18.Султанов Н.В. Теория архитектурных форм. М.: Типография Т-ва И.Д. Сытина, 1914. 448 с.
- 19. Михаловский И.Б. Теория классических архитектурных форм. М.: Изд-во Всесоюзной академии архитектуры, 1937. 279 с.

Информация об авторах

Абрамова Карина Константиновна, магистрант кафедры архитектурного и градостроительного наследия. E-mail: kar.abramova2011@yandex.ru. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Россия, 190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4.

Баулина Елена Николаевна, доцент кафедры архитектурного и градостроительного наследия. E-mail: arhi-lena@mail.ru. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Россия, 190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4.

Поступила 03.04.2023 г.

© Абрамова К.К., Баулина Е.Н., 2023

Abramova K.K., *Baulina E.N.

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering *E-mail: arhi-lena@mail.ru

COMPOSITIONAL FEATURES OF THE RUSSIAN STYLE ARCHITECTURE OF THE CITY OF VORONEZH

Abstract. The article outlines the role and significance of the period of the Russian style in the historical development of the city of Voronezh. The stages of the development of the Russian style from the middle of the XIX – early XX centuries in the city of Voronezh and their characteristic regional features are considered. For the first time, a comprehensive analysis of the architectural buildings of the Russian style of Voronezh is carried out to identify the techniques of spatial composition, architectural planning solutions, compositional construction and artistic methods of facade design. Particular attention is paid to stylistic, compositional and morphological analyses of architectural details of building facades and decor. The research of the composite structure of facades is based on the scientific methodology developed by S.V. Sementsov, which allowed to analyze the facade construction system and present a comparative analysis of two periods of the development of the Russian style. The compositional principles of the axial construction of facades, the analysis of rhythm and meter, the breakdown of the facade into horizontal and vertical divisions, the location of plastic decor and the choice of color solutions are described. Then, on the basis of the theory of architectural forms, a morphological analysis of the architectural decor of buildings was carried out: crowning elements, window and door frames. The characteristic facade forms for the architecture of the Russian style of Voronezh are revealed, the variants of their layout and the varieties of building materials used are analyzed.

Keywords: Russian style, eclecticism, neo-Russian style, facade structure, architectural details, compositional analysis of facades, morphological analysis of architectural forms.

REFERENCES

1. On measures to restore the cities of the RSFSR destroyed by the German invaders: Smolensk, Vyazma, Rostov-on-Don, Novorossiysk, Pskov, Sevastopol, Voronezh, Novgorod, Velikiye Luki, Kalinin, Bryansk, Orel, Kursk, Krasnodar and Murmansk: Decree of the Council of People's Commissars of the USSR dated November 1, 1945 No. 2722 [O meropriyatiyakh po vosstanovleniyu razrushennykh nemetskimi zakhvatchikami gorodov RSFSR: Smolenska, Vyaz'my, Rostova-na-Donu, Novorossiyska, Pskova, Sevastopolya, Voro-

- nezha, Novgoroda, Velikikh Luk, Kalinina, Bryanska, Orla, Kurska, Krasnodara i Murmanska: Postanovleniye Sovnarkoma SSSR ot 1 noyabrya 1945 g. № 2722]. GA RF. coll.5446. aids. 1. (rus)
- 2. On the restructuring of literary and artistic organizations: Resolution of the Politburo of the Central Committee of the All-Union Communist Party of Bolsheviks of April 23, 1932 [O perestroyke literaturno-khudozhestvennykh organizatsiy: Postanovleniye Politbyuro TSK VKP(b) ot 23 aprelya 1932 g.] Party construction. 1932. No. 9. p. 62. (rus)
- 3. Akinshin A.N., Popov P.A. Historical and cultural heritage of Voronezh [Istoriko-kul'turnoye

naslediye Voronezha]. Voronezh: Center for spiritual revival of the Chernozem territory, 2000. 576 p. (rus)

- 4. Akinshin A.N. Temples of Voronezh [Khramy Voronezha]. Voronezh: RIF Kvarta, 2003. 240 p. (rus)
- 5. Mitin V.A. Estates of the city of Voronezh of the XVIII, XIX, XX centuries [Usad'by goroda Voronezha XVIII, XIX, XX vekov]. Voronezh: Nikitinskoe, 2004. 223 p. (rus)
- 6. Popov P.A. Russian style and its carriers in the architecture of Voronezh in the middle of the XIX mid-XX century [Russkiy stil' i yego nositeli v arkhitekture Voronezha serediny XIX serediny XX v.]. Voronezh Archivist's Bulletin. 2010. No. 8. Pp. 134-163. (rus)
- 7. Popov P.A. Russian style and its carriers in the architecture of Voronezh in the middle of the 19th the middle of the 20th centuries [Russkiy stil' i yego nositeli v arkhitekture Voronezha serediny XIX serediny XX v.]. Voronezh Bulletin of the Archivist. 2012. No. 10. Pp. 147–160. (rus)
- 8. Chesnokov G.A. Voronezh. Stone chronicle. Architecture and construction: in 2 volumes. Vol. 1 [Kamennaya letopis'. Arkhitektura i stroitel'stvo: v 2 t. T. 1.]. Voronezh: Album, 2011. 200 p. (rus)
- 9. Chesnokov G.A. Architecture of Voronezh: history and modernity [Arkhitektura Voronezha: istoriya i sovremennost']. Voronezh: Voronezh State. Arch. -build. Academy, 1999. 394 p. (rus)
- 10. Wozniak E.R. Principles of designing a classical facade with architectural forms [Printsipy oformleniya klassicheskogo fasada arkhitekturnymi formami]. Modern problems of science and education. 2014. No. 6. Pp. 18–25. (rus)
- 11.Gurev G.S., Enin A.E., Gurev S.N. Architects of Voronezh at All-Russian Congresses of Russian architects [Arkhitektory Voronezha na vse-

rossiyskikh S"yezdakh russkikh zodchikh]. Architecton: Proceedings of higher education. 2021. No. 2(74). Pp. 1-12. (rus)

12. Sementsov S.V. Volumetric-spatial system of the city as the basis of its harmony (on the example of Leningrad) [Ob"yemno-prostranstvennaya sistema goroda kak osnova yego garmonii (na primere Leningrada)]: diss. cand. architecture. St. Petersburg, 1982. 156 p. (rus)

13.Ikonnikov A.V. Fundamentals of architectural composition [Osnovy arkhitekturnoy kompozitsii]. Moscow: Art, 1971. 224 p. (rus)

14.Krinsky V.F., Lamtsov I.V., Turkus M.A. Elements of architectural and spatial composition [Elementy arkhitekturno-prostranstvennoy kompozitsii]. M.: Stroyizdat, 1968. 168 p. (rus)

15. Wozniak E.R. A methodology for studying the detailing of facades of historical buildings based on the theory of architectural forms [Metodika issledovaniya detalizatsii fasadov istoricheskikh zdaniy na osnove teorii arkhitekturnykh form]. Modern science-intensive technologies. 2017. No. 1. Pp. 22-26. (rus)

16. Gurev S.N. The color potential of historical architecture in the formation of color in Voronezh [Tsvetovoy potentsial istoricheskoy arkhitektury v formirovanii koloristiki Voronezha]. Urban planning. 2011. No. 5. Pp. 23–27. (rus)

17.Krasovsky A. Civil architecture. Parts of buildings [Grazhdanskaya arkhitektura. Chasti zdaniy]. SPb., 1851. 463 p. (rus)

18.Sultanov N.V. Theory of architectural forms [Teoriya arkhitekturnykh form]. M.: Typography publishing houses I.D. Sytina, 1914. 448 p. (rus)

19.Mikhalovsky I.B. The theory of classical architectural forms [Teoriya klassicheskikh arkhitekturnykh form]. M.: Publishing House of the All-Union Academy of Architecture, 1937. 279 p. (rus)

Information about the authors

Abramova, **Karina K.** Master's Student of the Department of Architectural and Urban Heritage. E-mail: kar.abramova2011@yandex.ru. Russia, 190005, Saint Petersburg, st. 2-ya Krasnoarmeyskaya, 4.

Baulina, Elena N. Associate Professor of the Department of Architectural and Urban Heritage. E-mail: arhi-lena@mail.ru. Russia, 190005, Saint Petersburg, st. 2-ya Krasnoarmeyskaya, 4.

Received 03.04.2023

Для цитирования:

Абрамова К.К., Баулина Е.Н. Композиционные особенности архитектуры русского стиля города Воронеж // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 7. С. 84–90. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-84-90

For citation:

Abramova K.K., Baulina E.N. Compositional features of the russian style architecture of the city of voronezh. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 7. Pp. 84–90. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-84-90

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-91-99

*Михайлов А.Ю., Петровский Э.А., Павлова П.Л., Стрелков И.А.

Сибирский федеральный университет *E-mail: amikhaylov@sfu-kras.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Аннотация. На сегодняшний день, разработка нефтяных месторождений на территории Российской Федерации сосредоточена в криолитзонах и областях с залеганием многолетнемерзлых пород. Традиционно считается, что глубина залегания многолетнемерзлых пород не превышает 700 м. Однако геоинформационное исследование Мархинского месторождения, расположенного на северозападе Якутска, говорит об обратном. Там глубина залегания многолетнемерзлых пород в эксплуатационной скважине составила порядка 1500 м при средней температуре пород минус 3°C. Таким образом, эксплуатация скважин в криолитзонах при растеплении ММП вызывает серьезные осложнения, вплоть до смятия обсадных колонн и НКТ. Технические решения, направленные на повышение эксплуатационной надежности нефтяных скважин в условиях Крайнего Севера определяются использованием специализированного оборудования. В этой статье предлагается подход повышения эксплуатационной надежности скважины в криолитзоне путем создания многослойной конструкции защитного кожуха теплоизолированной трубы с ультразвуковым контролем зон растепления ММП. Выполнен расчет коэффициента теплопроводности теплоизоляции защитного кожуха в зависимости от толщины изоляции и срока эксплуатации скважины. Выполнен краткий обзор факторов, оказывающих влияние на коэффициент теплопроводности теплоизоляции защитного кожуха ТЛТ. Выполнена сравнительная оценка радиуса протаивания ММП в околотрубном пространстве скважины.

Ключевые слова: Крайний Север, нефтяные скважины, ММП, лифтовые теплоизолированные трубы, теплопроводность, оценка радиуса протаивания.

Введение. На сегодняшний день, широкое распространение получили методы термической защиты эксплуатационных и нагнетательных скважин, расположенных в зонах залегания многолетнемерзлых пород, поскольку зоны их растепления в процессе эксплуатации и обратном промерзании при консервации скважин, представляют значительную угрозу целостности технологических систем. Можно выделить следующие, наиболее значимые проблемы [1]:

- образование каверн в процессе эксплуатации скважин;
- смятие обсадных колонн и насосно-компрессорных труб (НКТ) при замерзании воды в межтрубном пространстве; [2]
- смятие кондуктора при промерзании каверн;
- потеря проектного положения устья скважины при просадке пород.

Из литературных источников известно, что в начале 70-х годов при бурении скважин на месторождении Медвежье из-за растепления зон многолетнемерзлых грунтов возникали перекосы фонтанной арматуры и приустьевые обвалы в ходе бурения и эксплуатации нагнетательных скважин. Глубина некоторых приустьевых воронок достигала десятков метров, а диаметр составлял порядка 9-11 метров. Потеря устойчивости

скважин в период их эксплуатации возникала неоднократно [3]. В том же году, впервые было предложено заполнить околотрубное пространство скважины низкотемпературным кипящим веществом, а именно пропан-бутановой смесью, чтобы перекрыть зону многолетнемерзлых пород [4].

Первые упоминания об использовании ТЛТ при эксплуатации нагнетательных скважин относятся к 1980 году. На Усинском месторождении испытывались ТЛТ фирмы «General Electric». Наружный диаметр труб составлял 127 мм, а внутренний — 73 мм. Глубина спуска составляла порядка 1250 м, коэффициент теплопроводности ТЛТ — 0,025 Вт/(м·К). Испытания ТЛТ прошли неудачно, теплоизолированная труба была оборвана и смята [5]. В дальнейшем на Усинском месторождении еще несколько раз предпринимались попытки теплоизолировать колонну для снижения воздействия на ММП. Все эти попытки также потерпели неудачу.

Первое успешное испытание теплоизоляции колонны было достигнуто только в 1995 году на Бованенковском нефтегазоконденсатном месторождении. Теплоизоляция направления была выполнена из композитного материала толщиной 78 мм, а в качестве наполнителя использовались полимерные микросферы с эпоксидным связую-

щим. Для измерения температуры внутри колонны, после спуска направления были опущены трубки-сателлиты заполненные дизельным топливом. Замер температуры проводился ежедневно на протяжении двух недель. Испытания показали, что использование теплоизоляции из сферопластика позволит замедлить растепление ММП на 1-1,5 месяца [6].

Литературный и патентный обзор. Как известно, теплоизолированная лифтовая труба (ТЛТ) представляет собой конструкцию типа «труба в трубе», чье межтрубное пространство заполнено вакуумом. Первая такая конструкция была запатентована в США в 1968 г. и представляла собой защитный кожух, который одевался на колонны непосредственно перед спуском в скважину, но воздух из межтрубного пространства не откачивался. В СССР патент на такую технологию появился значительно позже.

Бузинов и Смирнов в 1977 г. [7] предложили конструкцию ТЛТ, состоящую из стальной трубы с несущим элементом и с одним резьбовым и одним муфтовым соединением на концах. В качестве тепловой изоляции был предложен фенольный пенопласт. Наружное покрытие кожуха выполнено из альфолевого покрытия. Ключевой особенностью конструкции являются компенсаторы, приваренные как к трубе, так и к кожуху. Позже, Смирнов с соавторами, в 1996 г. [8] предложил конструкцию ТЛТ, где диафрагмы были

заменены на четвертьторовые, способные работать гораздо дольше.

Стрюков с соавторами в середине 90-х [9] предложили конструкцию теплоизолированной трубы для Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения. Новаторская идея заключалась в том, чтобы использовать технологию «труба в трубе» с герметизирующим заполнением межтрубного пространства вакуумированным теплоизоляционным материалом и теплоотражающими экранами.

Цхадая и Волков в 2005 [10] рассматривали вариант изготовления кожуха ТЛТ из тиникелита титана, обладающего «памятью формы». При нагреве кожух, выполненный из труб обычного сортамента, удлинялся, в то время как часть, изготовленная из титана — укорачивалась. Межтрубное пространство при этом заполняется слоями фольги и базальтового холста.

Повышение эксплуатационной надежности скважины. Для повышения эксплуатационной надежности скважины в данной работе предложена конструкция защитного кожуха ТЛТ.

Как известно, под продолжительным действием циклов замораживания-оттаивания в зонах ММП облицовка защитного кожуха ТЛТ растрескивается, отслаивается, появляются пустоты, выпуклости, а также может просочиться вода. Предложенная композитная теплоизоляционная облицовочная конструкция защитного кожуха ТЛТ представлена на рисунке 1.

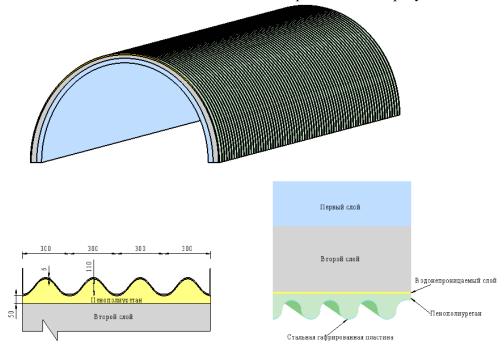


Рис. 1. Структурная схема композитной теплоизоляционной облицовки

Теплоизоляционная облицовка состоит из пенополиуретана, оцинкованной гофрированной стальной пластины и водонепроницаемого слоя. Она была выбрана потому, что гофрированные

стальные пластины обладают высокой внеплоскостной жесткостью и изгибом. Кроме того, она также может защитить полиуретановый мате-

риал от воздействия окружающей среды. Гофрированная стальная пластина изготовлена из стали 17Г1С толщиной 6 мм и шириной желоба 300 мм. Для кольцевых и продольных соединений используются высокопрочные болты М24. Гофрированные стальные пластины обеспечивают усиление конструкции облицовки и не допускают попадания воды на теплоизоляционные материалы. Расчетная средняя теплопроводность теплоизоляции кожуха составляет 0,02 Вт/(м·К).

Жесткий пенополиуретановый материал образует теплоизоляционный слой. Он обладает следующими свойствами: сохранение тепла, огнестойкость, устойчивость к высоким температурам, а также более низкой теплопроводностью и водопоглощением, чем другие материалы. Водонепроницаемый слой состоит из полиуретанового водонепроницаемого покрытия, нанесенного между вторичной облицовкой и слоем теплоизоляции. Можно эффективно предотвратить просачивание воды из окружающих пород, а пенополиуретан можно защитить от повреждения водой. Это также улучшает теплоизоляцию и продлевает срок службы.

Методика расчета коэффициента теплопроводности теплоизоляции защитного кожуха ТЛТ. Проблема определения коэффициента теплопроводности теплоизоляции защитного кожуха ТЛТ является актуальной, так как обеспечивает обоснование технологии для добычи флюида без протаивания ММП.

Как известно, коэффициент теплопроводности теплоизоляции ТЛТ, $Bt/(m\cdot K)$, при стендовых испытаниях на натурном образце вычисляют по формуле:

$$\lambda_{\text{TJIT}} = \frac{c_0 \cdot (1 - \alpha_{\text{M}} \cdot t_{\text{M}}) \cdot e \cdot D \cdot \ln \frac{D}{d}}{2(t_1 - t_2)},\tag{1}$$

где C_0 — постоянная измерительной ленты при 0 °C, найденная при ее градуировке, $Bt/(M^2 \cdot MB)$, α_u — температурный коэффициент измерения постоянной измерительной ленты, найденный при градуировке, 1/K, t_u — температура измерительной ленты, которую можно практически прини-

мать равной температуре на поверхности несущей трубы под охранными лентами t_2 , K, e — истинная э.д.с. измерительной ленты, замеренная с помощью потенциометра, мВ, D — внутренний диаметр несущей трубы, м, d — наружный диаметр кожуха, м, t_1 — температура внутри кожуха ТЛТ, K, t_2 — температура в точках на поверхности изоляции под охранными лентами, расположенными на разных расстояниях от торца трубы, K.

В скважине на величину коэффициента теплопроводности теплоизоляции ТЛТ влияют дополнительные факторы, которые необходимо учитывать (например, характеристики цемента, свойства горных пород и др.) при его определении.

Серегина Н.В. запатентовала [11] методику определения коэффициента теплопроводности теплоизоляции ТЛТ в скважине, адаптированную к результатам испытаний теплоизолированных скважин, состоящую в следующем.

1. Проводится расчет радиуса теплового влияния скважины по формуле:

$$r_{\rm BJI} = \sqrt{r_{\rm d}^2 + \frac{4\lambda_{\rm \Pi op} \cdot \tau}{C_{\rm M}}},\tag{2}$$

где $r_{\rm д}$ — радиус долота под направление, $\lambda_{\rm пор}$ — коэффициент теплопроводности горных пород в околоствольном пространстве скважины, τ — время строительства или работы скважины, $C_{\rm M}$ — коэффициент теплоемкости мерзлых пород.

- 2. Измеряются устьевая температура в скважине и температура мерзлых пород в длительно простаивающих скважинах, которые расположены за радиусом теплового влияния скважины.
- 3. Рассчитывается среднее значение температуры в термометрических трубках по результатам замеров температурных датчиков на различных глубинах в зоне расположения ТЛТ. Температурные датчики на кабеле спускают в закрепленные на направлении термометрические трубки.
- 4. Рассчитывается коэффициент теплопроводности теплоизоляции ТЛТ в скважине по формуле:

$$\lambda_{\text{M3}} = \frac{\left(1 - \frac{t_1 - t_{\text{TT}}}{t_1 - t_2}\right) \cdot ln \frac{D_{\text{TMT}}}{d_{\text{TDT}}}}{\frac{t_1 - t_{\text{TT}}}{t_1 - t_2} \cdot ln \frac{1}{d_{\text{d}}} - \left(\sum_{i=1}^{i=m-1} \left(\frac{1}{\lambda_{(i) - (i+1)}} \cdot ln \frac{D_{i+1}}{d_i}\right) + \frac{1}{\lambda_{(m) - (n)}} \cdot ln \frac{d_{\text{d}}}{d_m}\right) \cdot \left(1 - \frac{t_1 - t_{\text{TT}}}{t_1 - t_2}\right)},$$
(3)

где t_1 – температура на устье скважины, °C, $t_{\rm TT}$ – средняя температура в термометрических трубках, °C, t_2 – естественная температура мерзлых пород за пределами радиуса теплового влияния исследуемой скважины, °C, $D_{\rm TЛT}$ – внутренний диаметр несущей трубы ТЛТ, м, $d_{\rm TЛT}$ – наружный диаметр кожуха ТЛТ, м, $d_{\rm д}$ – диаметр долота под направление, м, m – количество колонн

разного диаметра в скважине, $\lambda_{(i)-(i+1)}$ — коэффициент теплопроводности среды, находящейся между і-ой и (i+1)-ой колоннами, $\mathrm{Bt/(m\cdot K)}, D_{i+1}$ — внутренний диаметр труб, входящих в состав колонн скважины, м, d_i — наружный диаметр труб, входящих в состав колонн скважины, м, $\lambda_{(m)-(n)}$ — коэффициент теплопроводности среды, находящейся между (m)-ой колонной и долотом, $\mathrm{Bt/(m\cdot K)}, d_m$ — наружный диаметр

трубы, входящий в состав (m)-ой колонны скважины, м.

Выполним расчет по описанной выше методике для кожуха ТЛТ производства ТМК и предложенного авторами.

В качестве объекта рассмотрим типовую скважину при разбуривании долотом диаметром 490 мм. Время эксплуатации скважины примем 30 лет. Наружный диаметр ТЛТ согласно данным завода-изготовителя составляет 150 мм. Внутренний диаметр трубы ТЛТ производства ТМК составляет 114 мм, при толщине изоляционного слоя 18 мм. Толщина изоляционного слоя кожуха, предложенного авторами составляет 50 мм.

Число колонн – четыре (направление, кондуктор, промежуточная и эксплуатационные колонны), их наружные диаметры соответственно – 168 мм и 258 мм, внутренние – 219 мм. Коэффициент теплопроводности среды, находящейся между направлением и кондуктором примем равным 2,310 Вт/(м·К), а между остальными колоннами – 1,155 Вт/(м·К). Температуру на устье скважины будем считать равной стандартной.

Результаты расчета коэффициента при разной глубине установки ТЛТ в скважине приведены в таблице 1.

Tаблица I Результаты расчета коэффициента теплопроводности кожуха ТЛТ по методике Серегиной

Тип ко- жуха	Глубина уста- новки ТЛТ в сква- жине, м	<i>С</i> _м , ккал/(м ³ .°С)	λ _{пор} , ккал/(м·ч·°С)	t₂, °C	t_{TT} , °C	<i>т_{ел}</i> , м	λ _{u3} , Bτ/(M·K)
	10	554	0,85	-1,60	+2,2	40,2	0,025
TMK	15	554	0,85	-1,75	+1,3	40,2	0,022
IWIK	20	554	0,85	-1,95	+0,9	40,2	0,023
	25	553	1,05	-2,25	+4,1	44,7	0,026
	10	552	0,80	-1,60	+1,8	39,0	0,018
Арторомий	15	552	0,80	-1,75	+1,6	39,0	0,017
Авторский	20	552	0,80	-1,95	+2,1	39,0	0,019
	25	551	0,95	-2,25	+4,1	42,6	0,021

Среднее значение коэффициента теплопроводности кожуха труб ТЛТ от ТМК составляет $0.024~\mathrm{Br/(m\cdot K)}$, а среднее значение для авторского кожуха $-0.018~\mathrm{Br/(m\cdot K)}$. Если сравнить полученные результаты по описанной методике, и результаты стендовых испытаний, то они будут одинаковыми. На основании этих данных делается заключение о замене трубы или дальнейшей эксплуатации.

Краткий обзор факторов, влияющих на коэффициент теплопроводности теплоизоля-

ции. Зависимость теплопроводности теплоизоляции от температуры была исследована в большом количестве теоретических и практических исследований. Зачастую коэффициент теплопроводности увеличивается с ростом температуры. Эта зависимость напрямую связана с типом теплоизоляционного материала. В таблице 2 представлен обзор теплоизоляционных материалов защитного кожуха ТЛТ, а также математически выражена взаимосвязь «коэффициент теплопроводности-температура».

Таблица 2 Теплоизоляционные материалы защитных кожухов ТЛТ

Тип материала	Материал	Линейная функция	Средняя температура,°С	Источник
Неорганические	Каменная вата	1,915e-4T+0,0336	4–43	[12]
материалы	Стекловолокно	3,01e-4T+0,0281	14–39	[13]
	Пенополистирол	1,476e–4T +0,0356	0-50	[14]
	Экструдированный полистирол	1,045e-4T +0,0276	10–43	[15]
Органические	Этиленвинилацетат	8,46e–5T+ 0,03746	-10-50	[16]
материалы	Полиэтилен	3,19e-4T +0,04589	-10-50	[17]
	Полиизоцианурат	2e-4T - 0,0273	7–27	[18]
	Пенополиуретан	1,71e-4T +0,027	0-100	[19]
	Каучук	4e-4T+0,1246	-10-40	[20]
Комбинированные материалы	Древесная вата	3,06e-4T + 0,0607	4-43	[21]
Новые материалы	Вакуумные изоляционные панели	4e-5T + 0,0049	-15-63	[22]
	Аэрогелевое покрытие	5e-5T + 0,0166	-10-50	[23]

Факторы, влияющие на коэффициент теплопроводности теплоизоляции:

• Содержание влаги: поскольку теплопроводность воды значительно выше, чем у воздуха, поглощение воды всегда связано с увеличением теплопроводности. Согласно ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные» содержание влаги в органических и неорганических изоляционных материалах по массе рассчитывается по следующему уравнению:

$$W = \frac{m_4 - m_5}{m_r} \cdot 100\%,\tag{4}$$

 $W=rac{m_4-m_5}{m_5}\cdot 100\%,$ (4) где m_4 – масса образца до сушки, г, m_5 – масса образца после сушки, г.

Результат вычисления округляют до 0,1 %.

- Плотность: известно, что увеличение плотности пеноматериалов приводит к уменьшению содержания воздуха и размера воздушных включений. При увеличении плотности содержание твердых частиц в системе будет выше, следовательно, теплопроводность твердых частиц станет доминирующей. Эти три явления (размер пузырька, сложность каркаса, количество твердого содержимого) приводят к эффективной теплопроводности, которая может достигать минимального значения.
- Толщина: общепринято считать, что чем толще изоляция, тем ниже теплопередача через нее. Однако теплопроводность не зависит от толщины изоляции, которая вместо этого влияет на ее тепловое сопротивление.
- Старение: механические свойства и тепловые характеристики изоляционных материалов

значительно меняются с течением времени. Одним из наиболее существенных факторов, влияющих на теплопроводность при старении, является диффузия высокоизолирующих пенообразователей и поступление воздуха из окружающей среды, который может впитывать влагу.

В целом, оценка влияния старения через температуру, влажность, плотность на зависимость теплопроводности очень полезна для разработки гигротермических моделей, чтобы оценить, как изоляционные материалы работают в течение жизненного цикла в реальных условиях окружающей среды.

Методика оценки радиуса протаивания ММП в околоствольном пространстве скважины. Оценку радиуса протаивания ММП в околоствольном пространстве скважины выполним по методике Карслоу [24]. Уравнение теплопроводности для мерзлой зоны будем иметь вид:

$$\frac{dT_{\scriptscriptstyle M}}{d\tau} = \mathcal{E} \cdot \left(\frac{d^2T}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{dT_{\scriptscriptstyle M}}{dr}\right),\tag{4}$$

 $rac{dT_{\scriptscriptstyle M}}{d au}=\mathcal{E}\cdot\Big(rac{d^2T}{dr^2}+rac{1}{r}\cdotrac{dT_{\scriptscriptstyle M}}{dr}\Big), \eqno(4)$ где $T_{\scriptscriptstyle M}(r,0)=T_0$ — начальная температура мерзлых пород, °C, $T_{M}(R_{np}, \tau) = 0$ – температура на границе фазовых переходов в момент времени т, $^{\circ}$ С, τ – время работы скважины, ч, $\mathcal{E} = \lambda_{\scriptscriptstyle M}/\mathcal{C}_{\scriptscriptstyle n}$ – коэффициент температуропроводности ММП, $M^3/час$ $\lambda_{\scriptscriptstyle M}$ теплопроводность $MM\Pi$, ккал/(м·ч·°С), C_n – объемная теплоемкость пород, ккал/(м³·°С), r – подвижная граница фазовых переходов, м.

Зависимости радиуса протаивания от коэффициента теплопроводности (табл. 1) при различной льдистости ММП и сроке эксплуатации скважины в 30 лет можно записать в следующем

$$R_{np 15\%} = 3231,4\lambda_{u3}^{3} - 1486,2\lambda_{u3}^{2} - 311,8\lambda_{u3} - 2,1227,$$

$$R_{np 25\%} = 2836,2\lambda_{u3}^{3} - 1257,4\lambda_{u3}^{2} - 275,9\lambda_{u3} - 1,3256,$$

$$R_{np 35\%} = 2634,9\lambda_{u3}^{3} - 1136,1\lambda_{u3}^{2} - 254,2\lambda_{u3} - 1,1478.$$

Результаты расчета радиуса протаивания при тех же исходных данных и при изменении коэффициента теплопроводности от 0,017 до 0,021 $Bт/(M\cdot K)$ составят: $2\div 10$ м при 15 % льдистости ММП, $1.8 \div 8.1$ м при 25 % льдистости, $1.5 \div 6.4$ м при 35 % льдистости. Использование теплоизолированных труб с защитным кожухом из низкотеплопроводной изоляции позволит значительно снизить скорость растепления ММП при эксплуатации скважин.

Выводы. Предложенная композитная теплоизоляционная облицовка обеспечивает хороший теплоизоляционный эффект. По сравнению с существующими технологиями защиты от замерзания новая композитная теплоизоляционная облицовка обладает достаточной изоляционной способностью, высокой эффективностью производства и хорошими экономическими преимуществами.

Источник финансирования. Исследования выполнены по государственному заданию по проекту «Разработка комплекса научно-технических решений в области создания биотоплив и оптимальных биотопливных композиций, обеспечивающих возможность трансформации потребляемых видов энергоносителей в соответствии с тенденциями энергоэффективности,

снижения углеродного следа продукции и использования видов топлива альтернативных ископаемому» (Контракт FSRZ-2021-0012) в научной лаборатории биотопливных композиций Сибирского федерального университета, созданной в рамках деятельности Научно-образовательного центра «Енисейская Сибирь».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Muller S.W. Permafrost or Permanently Frozen Ground and Related Engineering Problems. Ann Arbor, Edwards Bros. Michigan, 1947. 231 p.
- 2. Lu C.F., Cai C.X. Challenges and countermeasures for construction safety during the Sichuan-Tibet railway project // Engineering. 2019. Vol. 5(5). Pp. 833–838. DOI:10.1016/j.eng.2019.06.007.
- 3. Liu B, Sun Y.D., Wang B., Han Y.H., Zhang R.H., Wang J.X. Effect of water content on mechanical and electrical characteristics of the water-rich sandstone during freezing // Environ Earth Sci. 2020. Vol. 79(10). Pp. 236–248. DOI:10.1007/s12665-020-08991-8.
- 4. Jia H.L., Zi F., Yang G.S., Li G.Y., Shen Y.J, Sun Q., Yang P.Y. Influence of pore water (ice) content on the strength and deformability of frozen argillaceous siltstone // Rock Mech Rock Eng. 2020. Vol. 53(2). Pp. 967–974. DOI:10.1007/s00603-019-01943-0.
- 5. Tian H.H., Wei C.F., Wei H.Z., Zhou J.Z. Freezing and thawing characteristics of frozen soils: bound water content and hysteresis phenomenon // Cold Reg Sci Technol. 2014. Vol. 103. Pp. 74–81. DOI:10.1016/j.coldregions.2014.03.007.
- 6. Mcconnell M.F., Cabeen R.P., Hedstrom W.W. Steam Stimulation of Oil-Bearing Formations. US Patent 3 380530, 1968.
- 7. Бузинов С.Н. Смирнов В.С., Стрюков А.Я. Технология изготовления лифтовых теплоизолированных труб (ЛТТ). Бурение и эксплуатация газовых скважин в районах Крайнего Севера // Сб. науч. тр., Москва: ВНИИГАЗ, 1977. С. 176—184.
- 8. Пат. 2065919, Российская Федерация, МПК Е21В17/00, 36/00. Лифтовая теплоизолированная труба / В.С. Смирнов, В.В Макеев, В.В Игнатенко, В.А. Доценко, М.Ф. Прасолов; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий. № 93048569/03; заявл. 19.10.1993; опубл. 27.08.1196, 5 с.
- 9. Стрюков А.Я., Глебовский А.М., Колушев Н.Р. Тепловая защита многолетнемерзлых пород (ММП) на Бованенковском месторождении в скважинах, пробуренных по типовой конструкции. Актуальные проблемы освоения газовых месторождений Крайнего Севера // Сб. науч. тр., Москва: ВНИИГАЗ, 1995, С. 125–129.

- 10. Пат. 2245983, Российская Федерация, МПК Е21В 17/00. Лифтовая теплоизолированная труба / Н.Д. Цхадая, В.Н. Волков, А.А. Пранович, Л.Г. Груцкий, И.Н. Андронов, А.Р. Александров, В.С. Рочев, В.А. Кузнецов, В.А. Нарбеков, В.А. Жевнеренко, А.В. Федосеев, В.Я. Николаев; заявитель и патентообладатель Ухтинский государственный технический университет. № 2001106733/03; заявл. 11.03.2001; опубл. 10.02.2005, Бюл. №4. 8 с.
- 11. Пат. 2410523, Российская Федерация, МПК Е21В 17/00. Теплоизолированная колонна / В.С. Смирнов, Р.Г. Темиргалеев, А.В. Георгиевич, Н.В. Серегина; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Газпром» (ОАО «Газпром»). № 2008126687; заявл. 30.06.2008; опубл. 27.01.2011.
- 12. Abdou A., Budaiwi I. The variation of thermal conductivity of fibrous insulation materials under different levels of moisture content // Construct. Build. Mater. 2013/ Vol. 43. Pp. 533–544. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2013.02.058.
- 13. Abdou A., Budaiwi I. The impact of thermal conductivity change of moist fibrous insulation on energy performance of buildings under hot–humid conditions // Energy Build. 2013. Vol. 60. Pp. 388–399. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.01.035.
- 14. Zhang T., Luo Y., Lin. C.-H., Wei Z., Wang S. Measuring moisture content in porous insulation materials based on transient temperatures over a period of 100 seconds // Sci. Technol. Built Environ. 2018. Vol. 24(6). Pp. 571–579. https://doi.org/10.1080/23744731.2017.1408391.
- 15. Korjenic A., Petr'anek V., Zach J., Hroudov'a J. Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of renewable resources // Energy Build. 2011. Vol. 43(9). Pp. 2518–2523. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.06.012.
- 16. Sonderegger W., Niemz P. Thermal and moisture flux in soft fibreboards // Eur. J. Wood Wood Prod. 2012. Vol. 70(1–3). Pp. 25–35. DOI:10.1007/s00107-010-0498-7.
- 17. Zach Z., Hroudov'a J., Bro zovský J., Krejza Z., Gailius A. Development of thermal insulating materials on natural base for thermal insulation systems // Procedia Eng. 2013. Vol. 57. Pp. 1288–1294. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.04.162.
- 18. Sahu D.K., Sen P.K, Sahu G., Sharma R., Bohidar S. A review on thermal insulation and its optimum thickness to reduce heat loss // Int. J. Innov. Res. Sci. Technol. 2015. Vol. 2(6). Pp. 2349–6010. DOI:10.1016/j.rser.2011.08.006.

- 19. Asdrubali F., D'Alessandro F., Schiavoni S. A review of unconventional sustainable building insulation materials // Sustain. Mater. Technol. 2015. Vol. 4. Pp. 1–17. DOI:10.1016/j.susmat.2015.05.002
- 20. Mahlia T., Taufiq B., Masjuki H. Correlation between thermal conductivity and the thickness of selected insulation materials for building wall // Energy Build. 2007. Vol. 39(2). Pp. 182–187. DOI:10.1016/j.enbuild.2006.06.002
- 21. Yuan J. Impact of insulation type and thickness on the dynamic thermal characteristics of an external wall structure // Sustainability. 2018. Vol. 10(8). Pp. 28–35. DOI:10.3390/su10082835
- 22. Zhang T., Yang H. Optimal thickness determination of insulating air layers in building envelopes // Energy Procedia. 2018. Vol. 152. Pp. 444–449. DOI:10.1016/j.egypro.2018.09.251
- 23. Sisman N., Kahya E., Aras N., Aras H. Determination of optimum insulation thicknesses of the external walls and roof (ceiling) for Turkey's different degreeday regions // Energy Pol. 2007. Vol. 35(10). Pp. 5151–5155. DOI:10.1016/j.enpol.2007.04.037
- 24. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. М.: Наука, 1964. 488 с.

Информация об авторах

Михайлов Артем Юрьевич, аспирант кафедры Технологические машины и оборудования нефтегазового комплекса. E-mail: timmon16@mail.ru. Институт Нефти и Газа Сибирского Федерального университета. Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 76 ж.

Петровский Эдуард Аркадьевич, доктор технических наук, профессор кафедры Технологические машины и оборудования нефтегазового комплекса. E-mail: petrovsky_quality@mail.ru. Институт Нефти и Газа Сибирского Федерального университета. Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 76 ж.

Павлова Прасковья Леонидовна, ассистент кафедры Технологические машины и оборудования нефтегазового комплекса. E-mail: ppavlova@sfu-kras.ru. Институт Нефти и Газа Сибирского Федерального университета. Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 76 ж.

Стрелков Иван Андреевич, магистрант кафедры Технологические машины и оборудования нефтегазового комплекса. E-mail: patric1225mail@mail.ru. Институт Нефти и Газа Сибирского Федерального университета. Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 76 ж.

Поступила 23.05.2023 г.

© Михайлов А.Ю., Петровский Э.А., Павлова П.Л., Стрелков И.А., 2023

*Mikhailov A.Yu., Petrovsky E.A., Pavlova P.L., Strelkov I.A.

Siberian Federal University
*E-mail: amikhaylov@sfu-kras.ru

IMPROVING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF OIL WELLS IN THE FAR NORTH

Abstract. To date, the development of oil fields on the territory of the Russian Federation is concentrated in cryolithzones and areas with permafrost deposits. Traditionally, it is believed that the depth of permafrost does not exceed 700 m. However, the geoinformation study of the Markhinsky deposit, located in the northwest of Yakutsk, suggests the opposite. There, the depth of permafrost in the production well was about 1500 m at an average rock temperature of minus 3 C. Thus, the operation of wells in cryolithzones during the thawing of MMP causes serious complications, up to the crumpling of casing strings and tubing. Technical solutions aimed at improving the operational reliability of oil wells in the conditions of the Far North are determined by the use of specialized equipment. The choice of the type of equipment for the specified operating conditions is due to the calculation of the thermal and mechanical interaction of the well with the MMP, as well as parametric control of the most dangerous zones. This article suggests an approach to improve the operational reliability of a well in a cryolithzones e by creating a multilayer structure of a protective casing of a thermally insulated pipe with ultrasonic monitoring of the warming zones of the MMP. The thermal conductivity coefficient of the thermal insulation of the protective casing is calculated depending on the insulation thickness and the life of the well. A comparative assessment of the radius of thawing of the MMP in the borehole space of the well was performed.

Keywords: Far North, oil wells, MMP, thermal conductivity, estimation of the thawing radius.

REFERENCES

- 1. Muller S.W. Permafrost or Permanently Frozen Ground and Related Engineering Problems. Ann Arbor, Edwards Bros. Michigan, 1947. 231 p.
- 2. Lu C.F., Cai C.X. Challenges and countermeasures for construction safety during the Sichuan-Tibet railway project. Engineering. 2019. Vol. 5(5). Pp. 833–838. DOI:10.1016/j.eng.2019.06.007.
- 3. Liu B., Sun Y.D., Wang B., Han Y.H., Zhang R.H., Wang J.X.. Effect of water content on mechanical and electrical characteristics of the water-rich sandstone during freezing. Environ Earth Sci. 2020. Vol. 79(10). Pp. 236–248. DOI:10.1007/s12665-020-08991-8.
- 4. Jia H.L., Zi F., Yang G.S., Li G.Y., Shen Y.J., Sun Q., Yang P.Y. Influence of pore water (ice) content on the strength and deformability of frozen argillaceous siltstone. Rock Mech Rock Eng. 2020. Vol. 53(2). Pp. 967–974. DOI:10.1007/s00603-019-01943-0.
- 5. Tian H.H., Wei C.F., Wei H.Z., Zhou J.Z. Freezing and thawing characteristics of frozen soils: bound water content and hysteresis phenomenon. Cold Reg Sci Technol. 2014. Vol. 103. Pp. 74–81. DOI:10.1016/j.coldregions.2014.03.007.
- 6. Mcconnell M.F., Cabeen R.P., Hedstrom W.W. Steam Stimulation of Oil-Bearing Formations. US Patent 3 380530, 1968.
- 7. Buzinov S.N., Smirnov V.S., Stryukov A.Ya. Manufacturing technology of lift heat-insulated pipes (LTT). Drilling and operation of gas wells in the Far North [Tekhnologiya izgotovleniya liftovyh teploizolirovannyh trub (LTT). Burenie i ekspluataciya gazovyh skvazhin v rajonah Krajnego Severa]. Sb. nauch. tr., Moskva: VNIIGAZ, 1977, Pp. 176-184. (rus)
- 8. Smirnov V.S., Makeev V.V, Ignatenko V.V., Docenko V.A., Prasolov M.F. Liftovaya teploizolirovannaya truba. Patent RF, no. 2065919, 1996. (rus)
- 9. Stryukov A.Ya., Glebovskij A.M., Kolushev N.R. Thermal protection of permafrost rocks (MMP) at the Bovanenkovskoye field in wells drilled according to a standard design. Actual problems of development of gas fields of the Far North [Teplovaya zashchita mnogoletnemerzlyh porod (MMP) na Bovanenkovskom mestorozhdenii v skvazhinah, proburennyh po tipovoj konstrukcii. Aktual'nye problemy osvoeniya gazovyh mestorozhdenij Krajnego Severa]. Sb. nauch. tr., Moskva: VNIIGAZ, 1995, Pp. 125–129. (rus)
- 10. Ckhadaya N.D., Volkov V.N., Pranovich A.A., Gruckij L.G., Andronov I.N., Aleksandrov A.R., Rochev V.S., Kuznecov V.A., Narbekov V.A., ZHevnerenko V.A., Fedoseev A.V., Nikolaev V.YA. Liftovaya teploizolirovannaya truba. Patent RF, no. 2245983, 2005. (rus)

- 11. Smirnov V.S., Temirgaleev R.G., Georgievich A.V., Seregina N.V. Teploizolirovannaya kolonna. Patent RF, no. 2410523, 2011. (rus)
- 12. Abdou A., Budaiwi I. The variation of thermal conductivity of fibrous insulation materials under different levels of moisture content. Construct. Build. Mater. 2013. Vol. 43. Pp. 533-544. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2013.02.058.
- 13. Abdou A., Budaiwi I. The impact of thermal conductivity change of moist fibrous insulation on energy performance of buildings under hot–humid conditions. Energy Build. 2013. Vol. 60. Pp. 388–399. DOI:10.1016/j.enbuild.2013.01.035.
- 14. Zhang T., Luo Y., Lin. C.-H., Wei Z., Wang S. Measuring moisture content in porous insulation materials based on transient temperatures over a period of 100 seconds. Sci. Technol. Built Environ. 2018. Vol. 24(6). Pp. 571-579. DOI:10.1080/23744731.2017.1408391.
- 15. Korjenic A., Petr'anek V., Zach J., Hroudov'a J. Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of renewable resources. Energy Build. 2011. Vol. 43(9). Pp. 2518–2523. DOI:10.1016/j.enbuild.2011.06.012.
- 16. Sonderegger W., Niemz P. Thermal and moisture flux in soft fibreboards // Eur. J. Wood Wood Prod. 2012. Vol. 70(1–3). Pp. 25–35. DOI:10.1007/s00107-010-0498-7.
- 17. Zach Z., Hroudov'a J., Bro zovský J., Krejza Z., Gailius A. Development of thermal insulating materials on natural base for thermal insulation systems. Procedia Eng. 2013. Vol. 57. Pp. 1288–1294. DOI:10.1016/j.proeng.2013.04.162.
- 18. Sahu D.K., Sen P.K, Sahu G., Sharma R., Bohidar S. A review on thermal insulation and its optimum thickness to reduce heat loss. Int. J. Innov. Res. Sci. Technol. 2015. Vol. 2(6). Pp. 2349–6010. DOI:10.1016/j.rser.2011.08.006.
- 19. Asdrubali F., D'Alessandro F., Schiavoni S. A review of unconventional sustainable building insulation materials. Sustain. Mater. Technol. 2015. Vol. 4. Pp. 1–17. DOI:10.1016/j.susmat.2015.05.002
- 20. Mahlia T., Taufiq B., Masjuki H. Correlation between thermal conductivity and the thickness of selected insulation materials for building wall. Energy Build. 2007. Vol. 39(2). Pp. 182–187. DOI:10.1016/j.enbuild.2006.06.002
- 21. Yuan J. Impact of insulation type and thickness on the dynamic thermal characteristics of an external wall structure. Sustainability. 2018. Vol. 10(8). Pp. 28–35. DOI:10.3390/su10082835

- 22. Zhang T., Yang H. Optimal thickness determination of insulating air layers in building envelopes. Energy Procedia. 2018. Vol. 152. Pp. 444–449. DOI:10.1016/j.egypro.2018.09.251
- 23. Sisman N., Kahya E., Aras N., Aras H. Determination of optimum insulation thicknesses of the

external walls and roof (ceiling) for Turkey's different degreeday regions. Energy Pol. 2007. Vol. 35(10). Pp. 5151–5155. DOI:10.1016/j.enpol.2007.04.037

24. Karslou G., Eger D. Thermal conductivity of solids [Teploprovodnost' tverdyh tel]. Moskva: Nauka,1964. 488 p. (rus)

Information about the authors

Mikhailov, Artem Yu. Postgraduate student of the Department of Technological Machines and Equipment of the Oil and Gas complex. E-mail: timmon16@mail.ru. Institute of Oil and Gas of the Siberian Federal University. Russia, 660041, Krasnoyarsk Ave, Free 76 w.

Petrovskiy, Eduard A. Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technological Machines and Equipment of the Oil and Gas Complex. E-mail: petrovsky_quality@mail.ru. Institute of Oil and Gas of the Siberian Federal University. Russia, 660041, Krasnoyarsk Ave, Free 76 w.

Pavlova, Praskovya L. Assistant Professor of the Department of Technological Machines and Equipment of the Oil and Gas Complex. E-mail: ppavlova@sfu-kras.ru. Institute of Oil and Gas of the Siberian Federal University. Russia, 660041, Krasnoyarsk Ave, Free 76 w.

Strelkov, Ivan A. Master's student of the Department of Technological Machines and Equipment of the Oil and Gas complex. E-mail: patric1225mail@mail.ru. Institute of Oil and Gas of the Siberian Federal University. Russia, 660041, Krasnoyarsk Ave, Free 76 w.

Received 23.05.2023

Для цитирования:

Михайлов А.Ю., Петровский Э.А., Павлова П.Л., Стрелков И.А. Повышение эксплуатационной надежности нефтяных скважин в условиях Крайнего Севера // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 7. С. 91–99. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-91-99

For citation:

Mikhailov A.Yu., Petrovsky E.A., Pavlova P.L., Strelkov I.A. Improving the operational reliability of oil wells in the Far North. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 7. Pp. 91–99. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-91-99

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-100-109

Тимофеев С.П.

OOO «Промзапчасть» E-mail: Timofeevsp@inbox.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА БАНДАЖЕЙ ЦЕМЕНТНЫХ ПЕЧЕЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО МОДУЛЯ

Аннотация. При эксплуатации крупногабаритных обжиговых печей цементных заводов из-за конструктивных особенностей и условий эксплуатации происходит постоянный износ поверхностей катания его опор, состоящих из опорных роликов и бандажей. Снижение точности формы, вызванное износом данных поверхностей, может привести к искажению формы всего агрегата и выходу его из строя. Для устранения износа и приведения формы опор до нормативных величин геометрических допусков существуют различные технологические процессы механической обработки. Наиболее эффективными из них являются бездемонтажные мобильные технологии ремонта. Отличительной особенностью данного вида технологических процессов является то, что выполнение механической обработки поверхности катания опор производится непосредственно во время технологического вращения обжиговых печей, без их остановки.

При условии применения существующих методов измерения формы поверхности катания бандажей показана возможность повышения эффективности их механической обработки за счет комплексного применения новой конструкции обрабатывающего модуля и программного модуля для построения маршрута и расчета технологических режимов резания. В работе рассмотрены основные этапы и способы выполнения нового технологического процесса механической обработки поверхности катания бандажей обжиговых печей.

Ключевые слова: механическая обработка бандажей, мобильные технологии ремонта, технологическая наследственность, базирование, исправление формы.

Введение. В широком спектре отраслей промышленности применяются крупногабаритные вращающиеся барабаны, технологические например, протирочные машины на целлюлозно-бумажных заводах или обжиговые печи на цементных заводах. Особенностью эксплуатации данных агрегатов является повышенный поверхностей катания их опор, состоящих из опорных роликов и бандажей. Вызванное этим снижение точности формы данных поверхностей приводит повышению энергозатрат производства, нестабильности оси вращения агрегата и последующему разрушению деталей и Поэтому правилами эксплуатации обжиговых печей на цементных заводах предусмотрены обязательный периодический плановый контроль, с целью поддержания нормативного технического состояния бандажей и опонных роликов. Для этого производится определённый ряд работ, которые могут выполняться, как во время монтажа, так и в эксплуатации. Своевременная процессе диагностика состояния опор и их ремонт являются неотъемлемой частью эксплуатации агрегатов

Приведение формы опор до нормативных величин геометрических допусков на практике наиболее часто осуществляется за счет

применения мобильных (безрамных) технологий механической обработки [1, 2, 3]. Данный вид ремонта производится работающем оборудовании и является наиболее экономичным в виду отсутствия необходимости остановки производства демонтажа изношенных деталей, однако имеющим ряд конструктивных эксплуатационных особенностей. Одной ИЗ них является необходимость базирования обрабатывающего непосредственно модуля ПО поверхности катания бандажа [1, 2], в частности по причине не стационарности оси вращения всего агрегата. В свою очередь, указанный вид базирования накладывает целый ряд требований:

- -Применение специализированного оборудования с соответствующей конструкцией, обеспечивающей необходимый тип базирования;
- -Применение специальных методик расчета и назначения технологических режимов резания;
- -Применение специальных методов контроля и диагностики поверхности катания бандажа для эффективного выполнения процесса механической обработки.

Материалы и методы. На данный момент в конструкциях обрабатывающих модулей наиболее распространены следующие

конструктивные решения, позволяющие обеспечить их базирование непосредственно по обрабатываемой поверхности:

1. Использование роликовых опор как технологической базы (рис. 1).

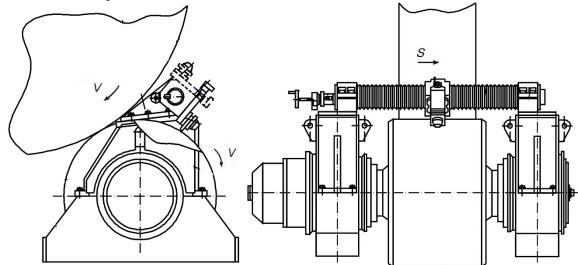


Рис. 1. Встраиваемый станочный модуль (БГТУ им. В.Г. Шухова, сертификат № 5479934)

Станочный модуль жестко монтируется в подбандажном пространстве между корпусами роликовых опор, либо на корпусе одной из них (рис. 1). Таким образом, его базирование на обрабатываемую поверхность осуществляется по двум роликовым опорам, с которыми жестко связан станочный модуль. Особенностью механической обработки, с использованием данного вида базирования, является совместное влияние погрешности формы продольного и поперечных сечений поверхности бандажа и обоих роликовых опор на точность и эффективность обработки. случае выполненных при выверке оси врашения обжиговой печи разворотов уклонов

роликовых опор выполнение обработки с монтированием станочного модуля на корпусе одной из опор сильно затруднено, так как требует длительного процесса выверки оси перемещения режущего инструмента. Данная конструкция обрабатывающего модуля не имеет возможности отслеживания всех пространственных перемещения поверхности, обрабатываемой что привести к чрезмерному увеличения глубины резания и поломке режущего инструмента или

2. Использование копировальной рамы с режущим инструментом (рис. 2)

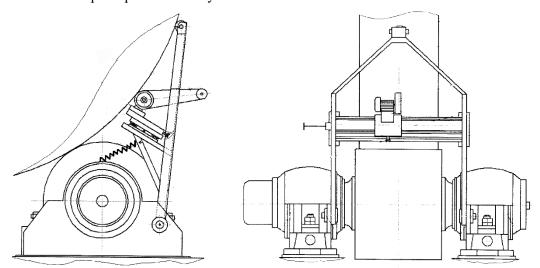


Рис. 2. Шлифовальный переносной станок (БГТУ им. В.Г. Шухова, Патент № 162422)

В данной случае, базирование обрабатывающего модуля осуществляется по одному опорному ролику и копирному ролику, установленному вверху копировальной рамы.

Приведенный тип базирования, и соответствующая конструкция станочного модуля обеспечивают режущему инструменту возможность копирования радиальных

перемещений поверхности катания бандажа, за копировальной рамы, шарнирно закреплённой на корпусе роликовой опоры и подпружиненного кронштейна. Особенностью механической обработки, с использованием данного вида базирования, является совместное погрешности формы продольного влияние поверхности катания бандажа сечения роликовой опоры на точность и эффективность обработки. Кроме того, также в случае наличия

разворотов и уклонов опорных роликов относительно оси вращения обжиговой печи, выполненных при её выверке, выполнение обработки сильно затруднено ИЛИ вовсе невозможно, как требует так выполнения перемещения выверки оси режущего инструмента.

3. Использование динамического самоустанавливающегося суппорта (рис. 3 и 4).

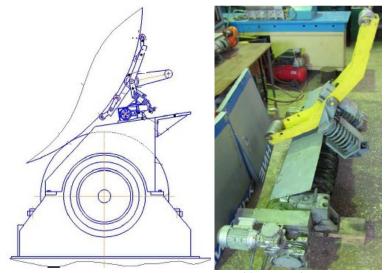


Рис. 3. Универсальный встраиваемый станок УВС-01 с ДСС (БГТУ им. В.Г. Шухова)

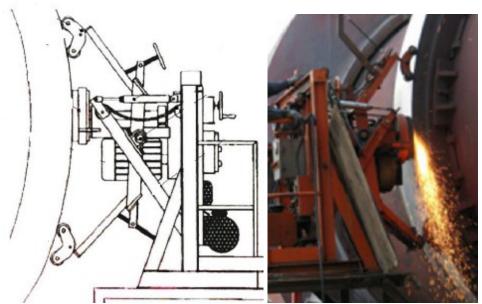


Рис. 4. Шлифовальный переносной станок компании Phillips Kiln Services LTD

В данном случае, базирование обрабатывающего модуля осуществляется по опорным роликам или кареткам с несколькими опорными роликами, расположенным на концах динамического самоустанавливающегося (следящего) суппорта, жестко совмещенного с суппортом режущего инструмента. В конструкции обрабатывающего модуля динамический самоустанавливающийся суппорт

установлен таким образом, чтобы иметь возможность обкатывания по поверхности катания бандажа, обеспечивая режущему инструменту возможность копирования перемещений. Особенностью радиальных механической обработки, с использованием данного вида базирования, является постоянное увеличение снимаемого припуска на обработку (спиральное врезание), за каждый оборот

обрабатываемой поверхности. Данная особенность обусловлена те, что базирование обрабатывающего модуля производится непосредственно TOMV же участку поверхности, на котором и выполняется удаление припуска. В общем случае, это может привести к уменьшению периода эксплуатации и сокрашению возможного количества восстановительных механических обработок изза существенного уменьшения толщины стенки бандажа. Для устранения данного недостатка применяют различные поправочные коэффициенты на глубины резания [1, 2].

Кроме того, существует большое количество других технологических и конструктивных решений для выполнения механической обработки поверхностей катания бандажей обжиговых печей [4, 5, 6, 7].

В работе рассмотрены основные этапы и способы выполнения нового технологического процесса механической обработки поверхности катания бандажей обжиговых печей, при условии применения существующих методов измерения формы поверхности катания бандажей.

Из существующего спектра методов и измерения геометрических средств характеристик поверхности катания бандажей можно выделить две основные группы: с непосредственным измерением профиля поперечного сечения и без измерения профиля например, поперечного сечения. Так. распространенными являются работы контролю точности формы данных

поверхностей с использованием теодолитов. В vказанном случае выполняется необходимости проведения ремонтных работ по фиксируемому биению поверхности, на которую в общем случае влияет не только искажение формы самой поверхности катания бандажа, но также опорных роликов и всего агрегата в целом. При данном виде работ измерение профиля сечений поперечных поверхности производится. Для нового технологического процесса механической обработки требуются методы и средства измерения с возможностью получения данных по контуру поперечного сечения поверхности, например, приведенная в [8]. Данная оригинальная методика измерения заключается анализе результатов многократного измерения расстояния контролируемой поверхности с одной точки.

В работах [9, 10, 11, 12] приведены ряд решений устранению недостатков существующих технологических процессов ремонта поверхности катания бандажей обжиговых печей, в частности устранение негативных факторов, вызванных применяемым типом базирования И соответствующей конструкции обрабатывающих модулей. Данная технология ремонта, предполагает применение новой конструкции обрабатывающего модуля (рис. 5) совместно математическим моделированием процесса механической обработки для расчета технологических режимов резания на основе информации о геометрических характеристиках всей поверхности катания бандажей [13].

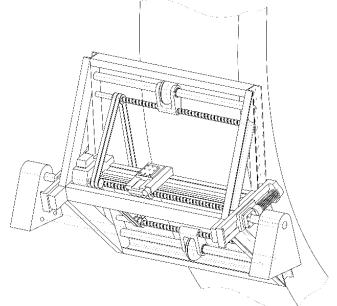


Рис. 5. Принципиальная конструкция обрабатывающего модуля (БГТУ им. В.Г. Шухова, патент № 191596)

Особенностью, приведенной на рис. 5 конструкции обрабатывающего модуля, является возможность перемещения режущего

инструмента вдоль оси вращения бандажа независимо от опорных узлов. Благодаря этому возможно обеспечение постоянной, не

изменяющейся технологической базы на технологический переход, с возможностью позиционирования режущего отоннот инструмента относительно обрабатываемой поверхности. Также предложенную конструкцию обрабатывающего модуля может интегрирован модуль измерения контроля. В таком случае получаемые данные о форме поверхности могут напрямую передаваться в модуль обработки данных для необходимых произведения расчетов корректировки технологических режимов механической обработки.

Особенностью математического моделирования процесса механической обработки информации основе геометрических характеристиках всей поверхности катания бандажей, является возможность расчета технологических режимов механической обработки обеспечивающих минимизацию припуска с обработкой до размера

вписанного цилиндра, без его уменьшения. Кроме того, выполняется расчет максимальной глубины резания на каждый технологический переход, что позволяет задать безопасную глубину резания и определить необходимое количество рабочих ходов.

Описанная в [9, 10, 11, 12] технология с комплексным применением математического моделирования со средствами для механической обработки и контроля, более чем оправдана в случае, когда поверхность катания бандажа имеет сильный Например, при чрезмерном износе оборудования и искажении оси вращения бандажа, в виду деформации всей конструкции обжиговой печи. В таком случае поверхность катания бандажа сложно-деформированную выражающуюся в одновременном искажении формы профилей продольного и поперечных сечений (рис. 6).

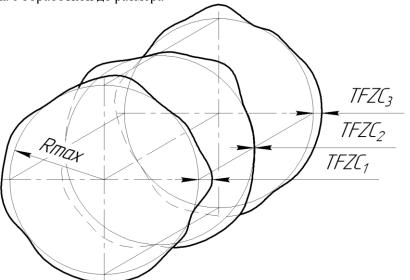


Рис. 6. Искажение формы поверхности катания (*TFZC* - величина отклонения реальной поверхности от вписанного в неё кругового цилиндра с радиусом R_{max} [14])

Согласно предложенной новой технологии для таких сильно изношенных поверхностей наиболее эффективным является получение путем механической обработки за минимальное количество технологических переходов участка величиной поверхности нормативной отклонения формы поперечного сечения. Далее выполняется смена базирования обрабатывающего модуля на данный участок поверхности и обработка всей оставшейся поверхности. Тем самым обеспечивается единый профиль продольного сечения и минимизация припуска на обработку.

Однако, износ поверхностей катания для бандажей обжиговых печей при своевременном выполнении регламентных работ по техническому обслуживанию происходит более

равномерно. При этом искажение формы поверхности в продольном направлении близко к одному из указанных на рис. 7, а в поперечных сечениях условно близко к форме эллипса (рис. 8), причем их большие оси будут располагаться приблизительно в одной плоскости.

Тем самым, в случае небольшого износа поверхности катания бандажей, когда величина радиального биения поперечных сечений не превышает 2-х кратной величины от регламентных значений, возможно применение предложенной технологии без необходимости получения цифровой модели всей поверхности, с применением только уже существующих методов и средств измерения формы поверхности катания бандажей [15, 2].

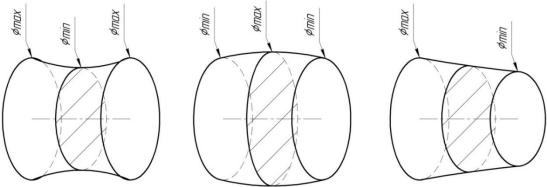


Рис. 7. Искажение формы продольного сечения

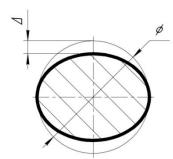


Рис. 8. Искажение формы поперечного сечения

Исходя из выше обозначенных исходных условий, технологический процесс механической обработки с применением новой конструкции обрабатывающего модуля (рис. 5) и программного модуля для математического моделирования процесса механической обработки следующий:

Этап 1. Для корректного назначения технологических режимов резания, перед выполнением механической обработки, необходимо выполнить измерение формы минимально необходимого набора поперечных

сечений поверхности катания бандажа обжиговой печи. Использующимися на практике способами, например, одним из описанных в [2, 8, 15], выполняется измерение профиля для трех поперечных сечений поверхности: 2-х расположенных по краям, отстоящих примерно на 50-100 мм от торца, и одного среднего;

Этап 2. Полученные данные измерения 3-х поперечных сечений передаются в программный модуль [7] для расчета величин погрешности формы и параметров вписанных окружностей (рис. 9).

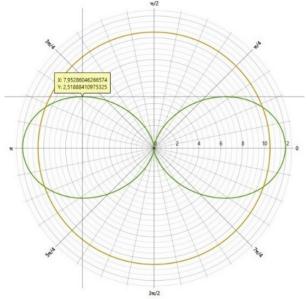


Рис. 9. Круглограмма отклонения от круглости контура поперечного сечения

Этап 2.1. По результатам расчета продольного сечения указанным на рис. 7; определяется соответствие типа профиля Этап 2.2. Далее определяется поперечное

сечение поверхности с минимальным диаметром вписанной окружности. Данная окружность принимается как максимальный диаметр кругового цилиндра, вписанного в измеренную поверхность, а также как целевое значение для исправления формы поверхности при обработке;

Этап 2.3. Далее определяется сечение с минимальным значением радиального биения. Участок поверхности, в середине которого расположено данное сечение, достаточный для базирования опорных роликов обрабатывающего модуля (рис. 5), принимается за технологическую базу на первый технологический переход.

Этап 3. Посредством программного модуля выполняется расчет и построение маршрута механической обработки. С применением данного программного модуля возможно выполнить и поиск наиболее оптимальной стратегии удаления припуска на обработку с минимизацией основного технологического времени.

При расчете технологических режимов механической обработки для технологических переходов, на которых будет выполняться обработка поверхности в первый раз, учитывается изменение профиля продольного сечения и производится соответствующая корректировка глубины резания на каждый рабочий ход.

В маршрут механической обработки также закладываются операции контрольных измерений для сопоставления с расчетными данными по точности формы поперечных сечений и корректировки технологических режимов обработки при необходимости. Операции контрольных измерений обязательно выполняются после первого перехода и в конце обработки, механической ДЛЯ проверки правильности назначенных режимов обработки, и полученного результата соответственно. Контрольное измерение в конце механической обработки производится только для одного поперечного сечения, так как его профиль един для всей поверхности;

Этап 4. Непосредственное выполнение механической обработки поверхности катания бандажа по рассчитанному в программном модуле маршруту механической обработки.

Заключение. Выполнение механической обработки поверхности катания бандажей обжиговых печей, указанным выше способом для восстановления точности их формы, позволяет повысить эффективность за счет следующих факторов:

1. Обеспечивается технологическое наследование точности формы для всей

поверхности, что позволяет получить единый профиль продольного сечения всей поверхности;

- 2. Уменьшается величина удаляемого припуска на обработку, что также позволяется обеспечить больший срок эксплуатации оборудования;
- 3. Обеспечивается прогнозируемость результатов механической обработки, как по затрачиваемому времени, так и по итоговой точности формы поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Мурыгина Л.В. Процесс восстановления формы опор качения вращающихся печей ленточно-абразивным способом: специальность 05.02.00 "Машиностроение и машиноведение": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Мурыгина Людмила Викторовна. Белгород, 2013. 215 с.
- 2. Хуртасенко А.В. Технология восстановительной обработки крупногабаритных деталей с использованием методов активного контроля: специальность 05.02.08 "Технология машиностроения": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Хуртасенко Андрей Владимирович. Белгород, 2007. 170 с.
- 3. Шрубченко И.В., Мурыгина Л.В. Восстановление формы поверхностей качения вращающихся печей ленточно-абразивной обработкой: Монография / Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. 216 с.
- 4. Бондаренко В.Н., Кудеников А.А., Куденикова М.В. Комплексный подход к ремонтной обработке поверхностей катания цементных печей // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2005. №11. С. 274—277.
- 5. Шрубченко И.В. Способы обработки поверхностей качения опор технологических барабанов с использованием мобильных технологий и оборудования: Монография / Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2006. 283 с.
- 6. Патент на полезную модель №109688 U1 Российская Федерация, МПК В24В 23/00. устройство для обработки крупногабаритных цилиндрических поверхностей: № 2011121078/02: заявл. 25.05.2011: опубл. 27.10.2011 / А. В. Каспаров, С. Н. Шрубченко.
- 7. Патент на полезную модель № 58420 U1 Российская Федерация, МПК B23Q 1/76. следящий суппорт: № 2006120063/22: заявл. 07.06.2006: опубл. 27.11.2006 / С. Н. Санин, В. Н. Бондаренко, А. А. Погонин; заявитель Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова).
 - 8. Тюрин С.В. Контроль геометрии цилин-

дрических вращающихся промышленных объектов путем многократных измерений дальностей до их поверхности: специальность 25.00.32 "Геодезия": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тюрин Сергей Вячеславович. Санкт-Петербург, 2006. 123 с.

9. Тимофеев С.П., Гаврилов Д.В., Хуртасенко В.А., Воронкова М.Н. Новая модель станка для обработки поверхностей крупногабаритных деталей-тел вращения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2021. № 8. С. 94–100. DOI:10.34031/2071-7318-2021-6-8-94-100

10.Тимофеев С.П., Гринек А.В., Хуртасенко А.В., Бойчук И.П. Технология механической обработки, цифровое моделирование и реализация устройства для контроля формы крупногабаритных деталей // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2022. Т. 24, № 2. С. 6–24. DOI:10.17212/1994-6309-2022-24.2-6-24

11.Тимофеев С.П., Хуртасенко В.А., Шрубченко И.В. Методика измерения формы наружной поверхности крупногабаритных деталей-тел вращения опор технологических барабанов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. Т. 20, № 9(116). С. 35–45. DOI:10.21285/1814-3520-2016-9-35-45

12.Тимофеев С.П., Хуртасенко В.А., Шрубченко И.В. Расчет глубины резания при обработке поверхностей крупногабаритных деталей с нестационарной осью вращения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 2. С. 68–74. DOI:10.12737/article 5a816bdf36bde2.06309800

13.Тимофеев С.П., Лесунов М.Е., Хуртасенко А.В., Маслова И.В. Методика и программное обеспечение для расчета погрешности формы цилиндрических поверхностей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 12. С. 151–161. DOI 10.34031/2071-7318-2019-4-12-151-161;

14. Гринек А.В., Тимофеев С.П., Кондратьев С.И., Хуртасенко А.В. Способ контроля параметров геометрической точности судовых валопроводов // Морские интеллектуальные технологии. 2020. № 3-1(49). С. 90–96. DOI:10.37220/MIT.2020.49.3.011;

15.Маслова И.В. Дистанционная диагностика состояния восстанавливаемых поверхностей крупногабаритных объектов в процессе их эксплуатации: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)", 05.02.08 "Технология машиностроения": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Маслова Ирина Викторовна. Белгород, 2013. 190 с.

Информация об авторах

Тимофеев Сергей Петрович, инженер-конструктор ООО «Промзапчасть». E-mail: Timofeevsp@inbox.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 29.05.2023 г. © Тимофеев С.П., 2023

Timofeev S.P.

LLC «Promzapchast» *E-mail: timofeevsp@inbox.ru*

IMPROVING THE EFFICIENCY OF CEMENT FURNACE BANDAGES REPAIR TECHNOLOGY THROUGH THE USE OF A NEW PROCESSING MODULE DESIGN

Abstract. During the operation of large-sized kilns of cement plants, due to the design features and operating conditions, there is constant wear of the rolling surfaces of its supports, consisting of support rollers and bandages. A decrease in the accuracy of the shape caused by the wear of these surfaces can lead to distortion of the shape of the entire unit and its failure. To eliminate wear and bring the shape of the supports to the standard values of geometric tolerances, there are various technological processes of mechanical processing. The most effective of them are non-dismountable mobile repair technologies. A distinctive feature of this type of technological processes is that the machining of the rolling surface of the supports is carried out directly during the technological rotation of the firing furnaces, without stopping them.

Subject to the use of existing methods for measuring the shape of the rolling surface of the bandages, the possibility of increasing the efficiency of their machining due to the integrated use of a new design of the processing module and a software module for constructing a route and calculating technological cutting modes is shown. The paper considers the main stages and methods of performing a new technological process of mechanical surface treatment of rolling bands of firing furnaces.

Keywords: mechanical processing of bandages, mobile repair technologies, technological heredity, basing, shape correction.

REFERENCES

- 1. Murygina L.V. The process of restoring the shape of rolling bearings of rotating furnaces by a belt-abrasive method [Process vosstanovleniya formy opor kacheniya vrashchayushchihsya pechej lentochno-abrazivnym sposobom]: special'nost' 05.02.00 "Mashinostroenie i mashinovedenie": dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskih nauk. Murygina Lyudmila Viktorovna. Belgorod, 2013. 215 p. (rus)
- 2. Hurtasenko A.V. Technology of restorative processing of large-sized parts using active control methods [Tekhnologiya vosstanovitel'noj obrabotki krupnogabaritnyh detalej s ispol'zovaniem metodov aktivnogo kontrolya]: special'nost' 05.02.08 "Tekhnologiya mashinostroeniya": dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskih nauk. Hurtasenko Andrej Vladimirovich. Belgorod, 2007. 170 p. (rus)
- 3. Shrubchenko I.V., Murygina L.V. Restoration of the shape of rolling surfaces of rotating furnaces by belt-abrasive treatment [Vosstanovlenie formy poverhnostej kacheniya vrashchayushchihsya pechej lentochno-abrazivnoj obrabotkoj]: Monografiya. Belgorod: BSTU named after V.G. Shukhov, 2017. 216 p. ISBN 978-5-361-00275-7 (rus)
- 4. Bondarenko V.N., Kudenikov A.A., Kudenikova M.V. An integrated approach to the repair treatment of rolling surfaces of cement kilns [Kompleksnyj podhod k remontnoj obrabotke poverhnostej kataniya cementnyh pechej]. Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2005. No11. Pp. 274–277. (rus)
- 5. Shrubchenko I.V. Methods of processing rolling surfaces of technological drum supports using mobile technologies and equipment [Sposoby obrabotki poverhnostej kacheniya opor tekhnologicheskih barabanov s ispol'zovaniem mobil'nyh tekhnologij i oborudovaniya]: Monografiya. Belgorod: Belgorod: BSTU named after V.G. Shukhov, 2006, 283 p. (rus)
- 6. Patent na poleznuyu model' No 109688 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK B24B 23/00. Device for processing large cylindrical surfaces [Ustrojstvo dlya obrabotki krupnogabaritnyh cilindricheskih poverhnostej]: № 2011121078/02: zayavl. 25.05.2011: opubl. 27.10.2011 / A. V. Kasparov, S. N. Shrubchenko. (rus)
- 7. Patent na poleznuyu model' No 58420 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK B23Q 1/76. Tracking caliper [Sledyashchij support]: № 2006120063/22: zayavl. 07.06.2006: opubl. 27.11.2006. S. N. Sanin, V.N. Bondarenko, A.A. Pogonin; zayavitel' Belgorod: BSTU named after V.G. (rus)
- 8. Tyurin S.V. Control of the geometry of cylindrical rotating industrial objects by repeated measurements of distances to their surface [Kontrol'

- geometrii cilindricheskih vrashchayushchihsya promyshlennyh ob"ektov putem mnogokratnyh izmerenij dal'nostej do ih poverhnosti]: special'nost' 25.00.32 "Geodeziya": dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskih nauk. Tyurin Sergej Vyacheslavovich. Sankt-Peterburg, 2006. 123 p. (rus)
- 9. Timofeev S.P., Gavrilov D.V., Hurtasenko V.A., Voronkova M.N. A new model of the machine for surface treatment of large-sized parts-bodies of rotation [Novaya model' stanka dlya obrabotki poverhnostej krupnogabaritnyh detalej-tel vrashcheniya]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2021. No. 8. Pp. 94–100. DOI:10.34031/2071-7318-2021-6-8-94-100 (rus)
- 10. Timofeev S.P., Grinek A.V., Hurtasenko A.V., Bojchuk I.P. Mechanical processing technology, digital modeling and implementation of a device for controlling the shape of large-sized parts [Tekhnologiya mekhanicheskoj obrabotki, cifrovoe modelirovanie i realizaciya ustrojstva dlya kontrolya formy krupnogabaritnyh detalej]. Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty). 2022. Vol. 24, No. Pp. 6–24. DOI:10.17212/1994-6309-2022-24.2-6-24 (rus)
- 11. Timofeev S.P., Hurtasenko V.A., SHrubchenko I.V. Method of measuring the shape of the outer surface of large-sized parts-bodies of rotation of the supports of technological drums [Metodika izmereniya formy naruzhnoj poverhnosti krupnogabaritnyh detalej-tel vrashcheniya opor tekhnologicheskih barabanov]. Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2016. Vol. 20, No. 9(116). Pp. 35–45. DOI:10.21285/1814-3520-2016-9-35-45(rus);
- 12. Timofeev S.P., Hurtasenko V.A., SHrubchenko I.V. Calculation of the cutting depth when processing the surfaces of large-sized parts with a non-stationary axis of rotation [Raschet glubiny rezaniya pri obrabotke poverhnostej krupnogabaritnyh detalej s nestacionarnoj os'yu vrashcheniya]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2018. No. 2. Pp. 68–74. DOI:10.12737/article 5a816bdf36bde2.06309800 (rus)
- 13. Timofeev S.P., Lesunov M.E., Hurtasenko A.V., Maslova I.V. Methodology and software for calculating the shape error of cylindrical surfaces [Metodika i programmnoe obespechenie dlya rascheta pogreshnosti formy cilindricheskih poverhnostej]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No 12. Pp. 151–161. DOI:0.34031/2071-7318-2019-4-12-151-161 (rus)
- 14. Grinek A.V., Timofeev S.P., Kondrat'ev S.I., Hurtasenko A.V. Method of control of parameters of geometrical accuracy of ship shaft lines [Sposob kontrolya parametrov geometricheskoj

tochnosti sudovyh valoprovodov]. Marine intellectual technologies. 2020. No. 3–1(49). Pp. 90–96. DOI: 10.37220/MIT.2020.49.3.011(rus)

15. Maslova I.V. Remote diagnostics of the condition of the restored surfaces of large-sized objects during their operation [Distancionnaya diagnostika sostoyaniya vosstanavlivaemyh pover-

hnostej krupnogabaritnyh ob"ektov v processe ih ekspluatacii]: special'nost' 05.02.13 "Mashiny, agregaty i processy (po otraslyam)", 05.02.08 "Tekhnologiya mashinostroeniya": dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskih nauka Maslova Irina Viktorovna. Belgorod, 2013. 190 p. (rus)

Information about the authors

Timofeev, Sergey P. Design engineer LLC «Promzapchast». E-mail: Timofeevsp@inbox.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received 29.05.2023

Для цитирования:

Тимофеев С.П. Повышение эффективности технологии ремонта бандажей цементных печей за счет применения новой конструкции обрабатывающего модуля // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 7. С. 100–109. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-100-109

For citation:

Timofeev S.P. Improving the efficiency of cement furnace bandages repair technology through the use of a new processing module design. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 7. Pp. 100–109. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-7-100-109