

Научно-теоретический журнал
ВЕСТНИК

БГТУ им. В.Г. Шухова

ISSN 2071-7318

6

2020

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

№ 6, 2020 год

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:

- 05.23.01** – Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)
- 05.23.03** – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки)
- 05.23.05** – Строительные материалы и изделия (технические науки)
- 05.23.20** – Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (архитектура)
- 05.23.21** – Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (архитектура)
- 05.23.22** – Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (технические науки)
- 05.23.22** – Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (архитектура)
- 05.17.06** – Технология и переработка полимеров и композитов (технические науки)
- 05.17.11** – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (технические науки)
- 05.02.05** – Роботы, мехатроника и робототехнические системы (технические науки)
- 05.02.07** – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)
- 05.02.08** – Технология машиностроения (технические науки)
- 05.02.13** – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) (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 (COPE).

Официальный сайт журнала: http://vestnik_rus.bstu.ru

Тел: +7 (4722) 30-99-77. E-mail: VESTNIK@intbel.ru.

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – 44446.

Online подписка: <http://www.akc.ru/itm/2558104627/>

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:

- 05.23.01** – Building structures, constructions and facilities (technical sciences)
- 05.23.03** – Heat supply, ventilation, air conditioning, gas supply and lighting (technical sciences)
- 05.23.05** – Building materials and products (technical sciences)
- 05.23.20** – Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical and architectural heritage (architecture)
- 05.23.21** – Architecture of buildings and structures. Creative concepts of architectural activity (architecture)
- 05.23.22** – Urban planning, rural settlement planning (technical sciences)

- 05.23.22** – Urban planning, rural settlement planning (architecture)
- 05.17.06** – Technology and processing of polymers and composites (technical sciences)
- 05.17.11** – Technology of silicate and refractory nonmetallic materials (technical sciences)
- 05.02.05** – Robots, mechatronics and robotic systems (technical sciences)
- 05.02.07** – Technology and equipment of mechanical and physical-technical processing (technical sciences)
- 05.02.08** – Engineering technology (technical sciences)
- 05.02.13** – Machines, units and processes (branch-wise) (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).

Official website of the journal: http://vestnik_eng.bstu.ru
Tel.: +7 (4722) 30-99-77. E-mail: VESTNIK@intbel.ru
Subscription index in the united catalogue of "Press of Russia" – 44446.
Online subscription: <http://www.akc.ru/itm/2558104627/>

Главный редактор

Евтушенко Евгений Иванович, д-р техн. наук, проф., первый проректор, заведующий кафедрой технологии стекла и керамики 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).
Баженов Юрий Михайлович, академик РААСН, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии вяжущих веществ и бетона НИУ МГСУ (РФ, г. Москва).

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).

Большаков Андрей Геннадьевич, д-р арх., проф., зав. каф. архитектурного проектирования Иркутского национального исследовательского технического университета (РФ, г. Иркутск).

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).

Везенцев Александр Иванович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. 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 МГСУ (РФ, г. Москва).

Гридин Анатолий Митрофанович, д-р техн. наук, проф., Президент Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

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).

Ильницкая Светлана Валерьевна, д-р арх., проф., заведующий кафедрой архитектуры Государственного университета по землеустройству (РФ, г. Москва).

Козлов Александр Михайлович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии машиностроения Липецкого государственного технического университета (РФ, 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).

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

Мешерин 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, PhD, проректор по научной работе и издательской деятельности, проф. Машиностроительного факультета Государственного Нишского университета (Республика Сербия, г. Ниш).

Перькова Маргарита Викторовна, д-р арх., проф., заведующий кафедрой архитектуры и градостроительства Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

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

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

Рыбак Лариса Александровна, д-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 университета имени И.С. Тургенева (РФ, г. Орел).

Семенов 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 хозяйства 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).

Фишер Ханс-Бертрам, Dr.-Ing., заместитель заведующего кафедрой "Строительные материалы" Баухаус-Университет 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).

Шабовалов 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 (РФ, г. Белгород).

Яцун Сергей Федорович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой 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).

Yuriy M. Bazhenov, Academician of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (Russian Federation, Moscow).

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

Vasily 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 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. Grabovoy, Doctor of Economic Sciences, Professor, Moscow State University of Civil Engineering (National research University) (Russian Federation, Moscow).

Anatoliy M. Gridchin, Doctor of Technical Sciences, Professor, President, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Aleksey N. Davidyuk, Doctor of Technical Science, Director NII ZHB 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).

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

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).

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).

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).

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

Margarita V. Per'kova, Doctor of Architecture, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Yuriy E. Pivinskii, 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. Strokovskaya, Professor of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

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).

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Траутвайн А.И., Манохин А.В. ВЛИЯНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ VAUSTAB НА ИЗМЕНЕНИЕ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТА	8
Аль-Бу-Али У.С., Лесовик Р.В., Хархардин А.Н., Толстой А.Д., Ахмед А.А.А., Аласханов А.Х., Айменов Ж.Т. РАСЧЕТ И ПОДБОР ЗЕРНОВОГО СОСТАВА ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ БЕТОНОГО ЛОМА ВЫСОКОПЛОТНОЙ УПАКОВКИ	18
Гражданкин А.А., Иванченко В.Т., Письменский А.В. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩУЮ КОНСТРУКЦИЮ	29
Пасечник И.Л., Марушина Н.В. РЯДОВАЯ ЗАСТРОЙКА КАК ЗНАЧИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИСТОРИКО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)	40
Иванова-Ильичева А.М., Сидоренко Н.Р. ПРИНЦИПЫ СОВЕТСКОГО МОДЕРНИЗМА В АНСАМБЛЕ ПЛОЩАДИ ИМ. ГОРОДА ПЛЕВЕН В РОСТОВЕ-НА-ДОНУ	47
Иванова О.А. АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ АСПЕКТЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОГО АДМИНИСТРАТИВНО-ДЕЛОВОГО ЦЕНТРА ТЮМЕНИ	56
Быстрицкая М.А. СПЕЦИФИКА РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ХАРЬКОВА С 1922–1955 гг.	69
Чечель И.П. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ И МЕЖВЕДОМСТВЕННОЙ ЕДИНОЙ НОРМЫ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	77
Незвицкая Т.В. РУКОВОДЯЩИЕ ПРИНЦИПЫ СОХРАНЕНИЯ ЦЕРКВИ ПРЕОБРАЖЕНИЯ ГОСПОДНЯ КИЖСКОГО ПОГОСТА, ОБЪЕКТА ВСЕМИРНОГО НАСЛЕДИЯ ЮНЕСКО	88
Хербез В. ОСОБЕННОСТИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ КЛАСТЕРОВ В ОСОБО ЦЕННЫХ ЗАПОВЕДНИКАХ (НА ПРИМЕРЕ СКАДАРСКОГО ОЗЕРА В ЧЕРНОГОРИИ)	100
Горбенкова Е.В. ИСТОРИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ	107
Головина С.Г. КОНСТРУКТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XIX	118

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Кочергин Ю.С., Золотарева В.В. РЕГУЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ДИФЕНИЛМЕТАНА С ПОМОЩЬЮ ОЛИГОБУТАДИЕНОВОГО КАУЧУКА С КОНЦЕВЫМИ КАРБОКСИЛЬНЫМИ ГРУППАМИ	127
--	-----

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Бойко А.Ф., Подпратов Д.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВУХ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРОШИВКИ ГЛУХИХ МИКРООТВЕРСТИЙ	136
--	-----

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Trautvain A.I., Manokhin A.V. INFLUENCE OF BAUSTAB STABILIZING ADDITIVE ON CHANGES IN SOIL WATER RETENTION CAPACITY	8
Albo Ali W.S., Lesovik R.V., Kharkhardin A.N, Tolstoy A.D., Ahmed A.A.A., Alaskhanov A.K, Aimenov Z.T. CALCULATION AND SELECTION OF THE HIGH DENSITY AGGREGATES FROM CONCRETE SCRAP	18
Grazhdankin A.A., Ivanchenko V.T., Pismensky A.V. MATHEMATICAL MODELING OF HEAT TRANSMISSION THROUGH THE ENCLOSURE CONSTRUCTION	29
Pasechnik I.L., Marushina N.V. REGULAR BUILDING AS AN IMPORTANT ELEMENT OF THE HISTORICAL URBAN ENVIRONMENT (THE EXAMPLE OF SAINT PETERSBURG)	40
Ivanova-Il'icheva A.M., Sidorenko N.R. PRINCIPLES OF SOVIET MODERNISM IN THE ENSEMBLE OF THE SQUARE NAMED AFTER PLEVEN IN ROSTOV-ON-DON	47
Ivanova O.A. ARCHITECTURAL AND PLANNING ASPECTS DETERMINING PERSPECTIVE OPTIONS FOR FORMING A NEW ADMINISTRATIVE BUSINESS CENTER OF TYUMEN	56
Bystritskaya M.A. SPECIFICS OF THE DEVELOPMENT OF THE SPATIAL PLANNING STRUCTURE OF KHARKOV FROM 1922–1955	69
Chechel I.P. FORMATION OF THE STRUCTURE OF REGIONAL INFORMATION SYSTEM REGULATIONS AND THE INTERAGENCY UNIFORM STANDARDS IN ARCHITECTURAL DESIGN OF BUILDINGS OF GENERAL EDUCATION SCHOOLS IN BELGOROD REGION	77
Nezvitskaya T.V. PRINCIPLES OF PRESERVATION OF THE CHURCH OF TRANSFIGURATION OF THE LORD IN KIZHI, THE OBJECT OF THE WORLD HERITAGE OF UNESCOH	88
Herbez V. FEATURES, INFLUENCING THE FORMATION OF ARCHITECTURAL CLUSTERS IN ESPECIALLY VALUABLE RESERVES (ON THE EXAMPLE OF LAKE SKADAR IN MONTENEGRO)	100
Gorbenkova E.V. HISTORICAL AND GENETIC ANALYSIS OF THE FORMATION OF THE RURAL SETTLEMENT SYSTEM IN BELARUS	107
Golovina S.G. CONSTRUCTIONAL CHANGES IN THE ARCHITECTURE OF SAINT PETERSBURG IN THE FIRST HALF OF THE XIX CENTURY	118

CHEMICAL TECHNOLOGY

Kochergin Y.S., Zolotareva V.V. REGULATION OF PROPERTIES OF EPOXY POLYMERS BASED ON DIPHENYLOLMETHANE USING OLIGOBUTADIENE RUBBER WITH TERMINAL CARBOXYL GROUPS	127
---	-----

MACHINE BUILDING AND ENGINEERING SCIENCE

Boyko A.F., Podpryatov D.V. COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO METHODS OF ELECTROEROSION FIRMWARE FOR DEAF MICROHOLES	136
---	-----

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-8-17

*Траутвайн А.И., Манохин А.В.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

*E-mail: trautvain@bk.ru

ВЛИЯНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ BAUSTAB НА ИЗМЕНЕНИЕ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТА

Аннотация. Как известно, в РФ наиболее распространены глинистые грунты, обладающие высокой связностью и прочностью в сухом и ничтожно малой в водонасыщенном состояниях. Для успешного использования таких грунтов в дорожном строительстве необходимо изменение их природных свойств. Для этих целей используется достаточно большая группа добавок – стабилизаторов грунтов на органической и неорганической основе, а также различные полимерные модификаторы. В работе исследовалось влияние стабилизирующей добавки Baustab (производства ООО «НПП «ЗИПо»») на изменение влажности, водоудерживающей способности переувлажненного грунта, а также изменение максимальной плотности и оптимальной влажности модифицированного грунта на примере суглинка легкого песчанистого. Установлено, что использование добавки незначительно отражается на изменении влажности грунта с течением времени. Несмотря на это, грунт с добавкой Baustab приобретает плотную консистенцию, становится более вязким, частично агрегируется, отделение воды не наблюдается. Исследование водоудерживающей способности от процентного соотношения стабилизирующей добавки Baustab показало увеличение данного показателя по сравнению с грунтом без добавки в диапазоне от 3 до 7 %. Кроме того, использование добавки в составе грунта способствовало получению системы, обладающей высокой уплотняемостью, а, следовательно, и подвижностью уже при невысокой влажности модифицированного грунта. Влияние количества воды на изменение максимальной плотности модифицированного грунта, а, следовательно, и его уплотнение также незначительно. Такой грунт скорее всего будет подвержен минимальным просадкам и потере прочностных характеристик в осенне-весенний период. Такой грунт скорее всего будет подвержен минимальным просадкам и потере прочностных характеристик в осенне-весенний период.

Ключевые слова: дорожное строительство, стабилизация грунтов, добавка Baustab производства ООО «НПП «ЗИПо»», водоудерживающая способность, гранулометрический состав, число пластичности, максимальная плотность, оптимальная влажность.

Введение. В настоящее время, транспортная стратегия РФ направлена на увеличение объемов и улучшение качества дорожного строительства, что должно привести к уменьшению смертности в результате ДТП, улучшению качества жизни и экономическому росту в целом. Для успешной реализации вышесказанного, есть необходимость применения новых отечественных и зарубежных инновационных решений в дорожном строительстве. При этом следует обратить внимание на те технологии, которые способствуют сокращению сроков строительства, удешевлению стоимости и возможности использования местных строительных материалов. Одним из таких направлений, позволяющим успешно решать стоящие перед страной инфраструктурные задачи, является технология стабилизации и укрепления грунтов, которая находит все более широкое распространение в мире [1–21].

Начиная с 20-х годов прошлого столетия, вопросом изучения грунтов, укрепленных различными вяжущими, занимались многие научные школы. Однако укрепление грунтов вяжущими

материалами различной природы не всегда способствует получению материала с заданными физико-механическими характеристиками. Это, в первую очередь, связано с тем, что грунт земляного полотна автомобильной дороги воспринимает не только нагрузку от транспортных средств и вышележащих конструктивных слоев дорожной одежды, но и подвержен воздействию погодноклиматических факторов. Наибольшее влияние на него оказывает проникающая в поры вода и процесс попеременного замерзания и оттаивания. Поэтому необходимо при укреплении грунтов увеличивать не только их прочностные характеристики, но и изменять водоотталкивающие действие за счет применения стабилизаторов.

Стабилизаторы – довольно обширный класс по составу и своей природе веществ, основная задача которых состоит в формировании свойств дорожно-строительных материалов. Применение стабилизаторов возможно практически во всех циклах дорожного и аэродромного строительства. По результатам исследований и опыту строительства с использованием стабилизаторов,

можно выделить ряд достоинств: они способствуют увеличению влагостойкости, плотности, морозостойкости грунтов, повышают модуль упругости конструктивного слоя, уменьшают затраты на земляные работы и использование дорожно-строительной техники [8–10].

Многолетние испытания в РФ и за рубежом показали, что с помощью гидрофобизирующих поверхностно-активных веществ (ПАВ) можно повысить водоустойчивость глинистых грунтов за счет нейтрализации сил поверхностного натяжения воды. Вместе с тем, перспективность использования ПАВ при стабилизации грунтов обусловлена их сравнительно низкой стоимостью, небольшим расходом, а также снижением потребности в вяжущих материалах. В последнее время ряд компаний активно продвигает различные новые добавки на основе кальция для стабилизации грунтов земляного полотна. Механизм действия этих коммерчески доступных добавок не всегда известен, а их запатентованный химический состав затрудняет прогнозирование их эффективности [12–21].

На сегодняшний день для строительства автомобильных дорог с использованием технологий стабилизации и укрепления грунтов на месте производства работ используется современная дорожно-строительная техника (ресайклеры,

грунтовые фрезы, передвижные грунтосмесительные установки и т.д.). Высокопроизводительное зарубежное оборудование может обеспечить большую точность дозирования материала в грунт, а также однородность смеси, тем самым улучшить качество и сроки выполняемых работ. В связи с этим в последнее время к стабилизаторам грунтов заметно возрос интерес специалистов-дорожников как у нас в стране, так и за рубежом [6, 7].

Материалы и методы. В качестве грунта использовался суглинок легкий песчанистый Белгородского района. Наименование грунта было определено по результатам испытаний на определение числа пластичности и его гранулометрическому составу, согласно ГОСТ 25100-2011 [22]. Влажность на границе раскатывания W_p (17,4 %), влажность на границе текучести W_L (26,86 %), а также число пластичности I_p (9,46) определяли по ГОСТ 5180-2015 [23]. Гранулометрический состав является важным параметром грунтов, дающим возможность оценить его физико-механические свойства. В данном исследовании использовался ситовой метод определения гранулометрического состава (табл. 1) с промывкой водой. Метод основан на разделении грунта по фракциям при просеивании его через набор стандартных сит с размерами отверстий 10; 5; 2; 1; 0,25; 0,1 мм [24].

Таблица 1

Гранулометрический состав

Размер фракций, мм	Частные остатки		Полные остатки, %
	г	%	
5 – 2	0,02	0,02	0,02
2 – 1	0,26	0,26	0,28
1 – 0,5	2,93	2,93	3,19
0,5 – 0,25	9,14	9,14	12,07
0,25 – 0,1	31,20	31,20	40,34
< 0,1	56,45	56,45	50,13
Всего:	100	100	–

Для обеспечения устойчивости земляного полотна и предотвращения осадок грунт необходимо уплотнять при оптимальной влажности до максимальной плотности. Количество прилагаемых усилий, необходимых для уплотнения грунта напрямую зависит от его влажности. Плотность скелета грунта будет увеличиваться до определенной границы вместе с увеличением влажности грунта, после чего пойдет на спад [25–26]. Физические значения влажности грунта при максимальной плотности скелета грунта называются оптимальными и определяются согласно ГОСТ 22733-2016 [27].

По графику зависимости плотности грунта от его влажности (рис. 1) можно сделать вывод,

что максимальная плотность грунта $\rho_{max} = 1,82 \text{ г/см}^3$ достигается при его оптимальной влажности $W_{opt} = 15,15 \%$.

Водоудерживающую способность грунта определяли по ГОСТ 5802-86 [28] путём испытания слоя смеси, толщиной 12 мм, уложенного на промокательную бумагу. При проведении испытания 10 листов промокательной бумаги взвешивают с погрешностью до 0,01 г, укладывают на стеклянную пластину, сверху накладывают марлю, устанавливают сверху кольцо и ещё раз взвешивают. Тщательно перемешанную растворную смесь укладывают вровень с краями металлического кольца, взвешивают и оставляют на 10 мин. Далее снимают всю конструкцию вместе с

раствором. Водоудерживающую способность

находят, как разность масс промокающей бумаги в начале и в конце эксперимента.

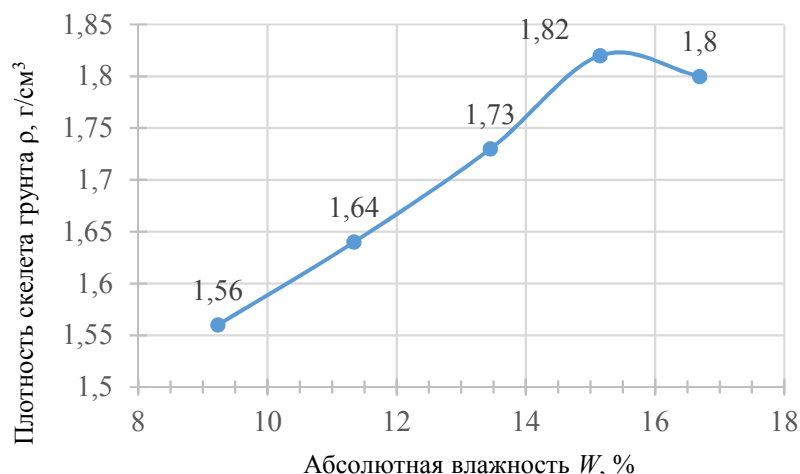


Рис. 1. График зависимости плотности грунта от влажности

В качестве стабилизирующей добавки использовали модификатор торговой марки Baustab производства ООО «НПП «ЗИПо»». Данная добавка была специально разработана для стабилизации грунтов от туннельной проходки, обладающих высокой влажностью и, в связи с этим, не пригодных для транспортировки и дальнейшего использования в строительстве.

Добавка представляет собой порошок мо-

лочного-белого цвета, проход частиц грунта через сито 0,071 мм составляет более 95 %. Химический состав добавки представлен в табл. 2. Данный анализ проводился с использованием рентгенофлуоресцентного спектрометра. Стоит отметить, что данный состав является не точным, так как в порошке присутствовали соединения, которые не были определены в ходе исследования. Однако основной компонент добавки – это оксид кальция (более 93 %).

Таблица 2

Химический состав добавки Baustab

Compound	m/m%	Compound	m/m%	Compound	m/m%	Compound	m/m%
CaO	93,75000	Fe ₂ O ₃	0,38000	Na ₂ O	0,06300	SO ₃	0,01250
SiO ₂	3,69000	P ₂ O ₅	0,21000	MnO	0,05250	PuO ₂	0,00920
Al ₂ O ₃	1,02000	SrO	0,14400	TiO ₂	0,03930	V ₂ O ₅	0,00640
MgO	0,53200	K ₂ O	0,06980	Ar	0,01600	Sc ₂ O ₃	0,00430

Основная часть. На первом этапе выполнения работы было исследовано изменение влажности грунта при введении добавки в переувлажненный грунт в количестве 3 и 6 % по массе сухого скелета грунта. В работе использовали грунт с влажностью на 50 %, 100 % и 150 % выше оптимальной. Так, в последнем случае грунт представлял собой подвижную субстанцию, а его влажность превышала влажность на границе текучести. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Исходя из представленных результатов видно, что использование добавки незначительно отражается на изменении влажности грунта с течением времени. Так, при введении 3 % стабилизирующей добавки Baustab в грунт, увлажненный на 50 % выше оптимальной влажности, влажность грунта снизилась с 18,7 до 16,5 %, что составляет 2,2 % в течении часа.

Грунт, переувлажненный на 100 % так же показал суммарное падение влажности на 1,8 %. При увеличении степени переувлажнения грунта на 150 % хочется отметить падение влажности на 1,5 % в первые 15 минут, но итоговое падение составляет 2,1 %, что сопоставимо с предыдущими результатами падения влажности переувлажненного грунта (+ 50 %, +100 %, +150 % от $W_{\text{опт}}$).

При введении 6 % добавки от массы сухого скелета грунта, переувлаженного на 50 % наблюдается падение влажности в течении часа на 2,9 % – с 17,0 до 14,1 %. Грунт, переувлажненный на 100 % при том же количестве стабилизирующей добавки, показал плавное падение влажности с 23,0 до 21,0 %, что составило 2,0 %. При увеличении степени переувлажнения грунта на 150 % суммарное падение влажности в течении часа составляет 1,3 % – с 28,6 до 27,3 %. Хочется отметить, что дальнейшее падение влажности в

течении 23 часов является незначительным и со-

ставляет 0,8; 0,6; и 0,5 % для грунта, переувлажненного на 50, 100 и 150 % соответственно.

Таблица 3

Изменение влажности грунта с течением времени

Время, Т	Количество добавки Baustab по массе сухого скелета грунта					
	3 %			6 %		
	Степень переувлажнения от W _{опт}					
	+ 50 %	+ 100 %	+ 150 %	+ 50 %	+ 100 %	+ 150 %
0 мин	18,7	24,2	28,5	17,0	23,0	28,6
15 мин	18,2	23,6	26,9	16,2	22,5	28,6
30 мин	17,7	22,2	26,8	15,6	21,8	27,8
45 мин	16,9	23,1	26,5	15,2	21,5	27,4
60 мин	16,5	22,3	26,4	14,1	21,0	27,3
24 часа	-	-	-	13,4	20,3	26,8

Таким образом, изменение влажности грунта при введении различного количества добавки составило 1–3 %. Это изменение возможно связано лишь с испарением воды с поверхности модифицированного грунта при перемешивании грунта с добавкой.

Несмотря на полученные результаты, грунт

с добавкой Baustab приобретал плотную консистенцию, становился более вязким, частично агрегировался, отделение воды не наблюдалось. Причем сорбционную способность добавки можно было визуально наблюдать в первые 10 минут после ее введения в состав грунта (рис. 2).



Рис. 2. Грунт с добавкой Baustab

Исходя из этого, можно сделать вывод, что добавка притягивает и удерживает на себе излишки воды, находящейся между частицами грунта, как губка, то есть физико-химически связывает воду. Этому может способствовать наличие гидрофильных групп, которые и делают добавку гигроскопичной. Физико-химически связанная вода играет важную роль в процессах уплотнения грунта земляного полотна, так как

она является пластификатором, ослабляет межмолекулярные связи частиц грунта. Наличие же свободной жидкости в капиллярах грунта способствует созданию дополнительных напряжений структуры грунта и отсутствие возможности качественного его уплотнения.

Далее было проведено исследование влияния добавки на водоудерживающую способность грунта, переувлажненного на 150 % от оптималь-

ной влажности. Оценку проводили путем внесения добавки в переувлажненный грунт в количестве 1, 3, 6, 9 и 12 % по массе сухого скелета грунта. Водоудерживающая способность представлена на рис. 3.

Исследования показали увеличение данного показателя по сравнению с грунтом без добавки

на 3,2; 4,3; 4,8; 6,5; и 6,9 % соответственно. По графику зависимости водоудерживающей способности от процентного соотношения стабилизирующей добавки, представленном на рисунке 3, хочется отметить «скачок» данного показателя с 91,42 % до 94,66 % при добавлении всего 1 % Baustab в грунт.

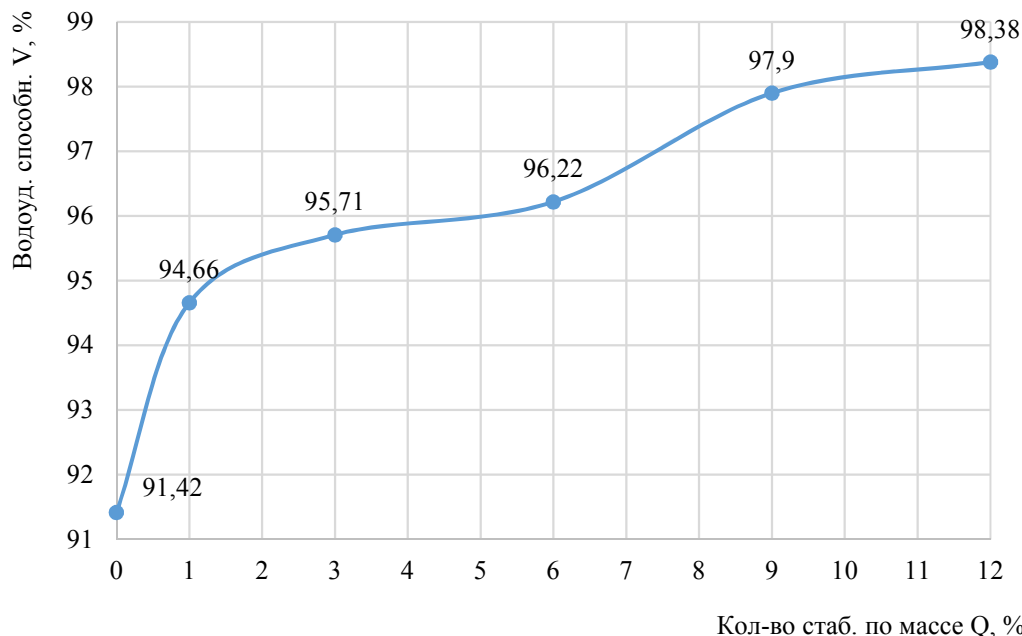


Рис. 3. Зависимость водоудерживающей способности от процентного соотношения стабилизирующей добавки Baustab

Данный показатель может положительно отразиться на прочности укрепленного цементом грунта в присутствии модификатора Baustab. То есть добавка способствует удержанию достаточного количества воды для нормального твердения цементного вяжущего.

Третьим этапом исследования было определение максимальной плотности и оптимальной влажности при различном процентном соотношении стабилизирующей добавки Baustab к массе исследуемого грунта (3, 6, 9 %). График зависимости плотности скелета грунта от влажности представлен на рисунке 4.

Данный показатель является одним из важнейших в дорожном строительстве и требует к себе особого внимания, так как для обеспечения устойчивости земляного полотна и предотвращения осадок грунт необходимо уплотнять при оптимальной влажности до максимальной плотности.

По графику зависимости плотности грунта от его влажности (рис. 4) видно, что максимальная плотность грунта при добавлении 3 % Baustab равна $\rho_{max} = 1,61 \text{ г/см}^3$ и достигается при его оптимальной влажности $W_{onm} = 9,2 \%$; при добавлении 6 % Baustab – $\rho_{max} = 1,59 \text{ г/см}^3$ и достигается при его оптимальной влажности $W_{onm} =$

7,0 %; при 9 % Baustab $\rho_{max} = 1,59 \text{ г/см}^3$ при влажности $W_{onm} = 5,5 \%$. Проведенные испытания на определение максимальной плотности и оптимальной влажности грунта в процентном соотношении 3 %, 6 % и 9 % Baustab к массе испытываемого грунта показали уменьшение оптимальной влажности на 6 % и более относительно исходного грунта. При этом максимальная плотность не зависимо от количества добавки снизилась на $0,2 \text{ г/см}^3$ и составила в среднем $1,6 \text{ г/см}^3$. Исходя из этого, введение добавки в состав грунта приводит к снижению уплотняемости грунта. Однако, стоит обратить внимание на то, что использование добавки в составе грунта позволяет снизить влияние воды на уплотнение грунта, то есть график зависимости носит менее экстремальный характер. Грунт, содержащий 9 % Baustab при небольшой влажности (5,5 %) приобретает максимальную плотность ($1,59 \text{ г/см}^3$) и сохраняет ее при дальнейшем увеличении количества воды. Такой грунт теряет свою плотность только при увлажнении грунта более 10 %. Введение в исходный грунт меньшего количества добавки Baustab (3 и 6 %) лишь немного изменяет вышеописанные результаты исследований. Так графики изменения максимальной плотности в результате увеличения влажности грунта с исполь-

зованием 3 и 6 % Baustab носят чуть более выпуклый характер по сравнению с грунтом, содержащим 9 % модификатора. Но влияние водной составляющей на уплотнение грунта также незначительно. Исходя из этого следует, что плотность грунта земляного полотна, модифицированного добавкой Baustab, будет минимально подвержена

влиянию воды относительно исходного. Это положительно отразится на его разуплотнении в неблагоприятный осенне-весенний период эксплуатации автомобильной дороги. Такой грунт скорее всего будет подвержен минимальным просадкам и потере прочностных характеристик.

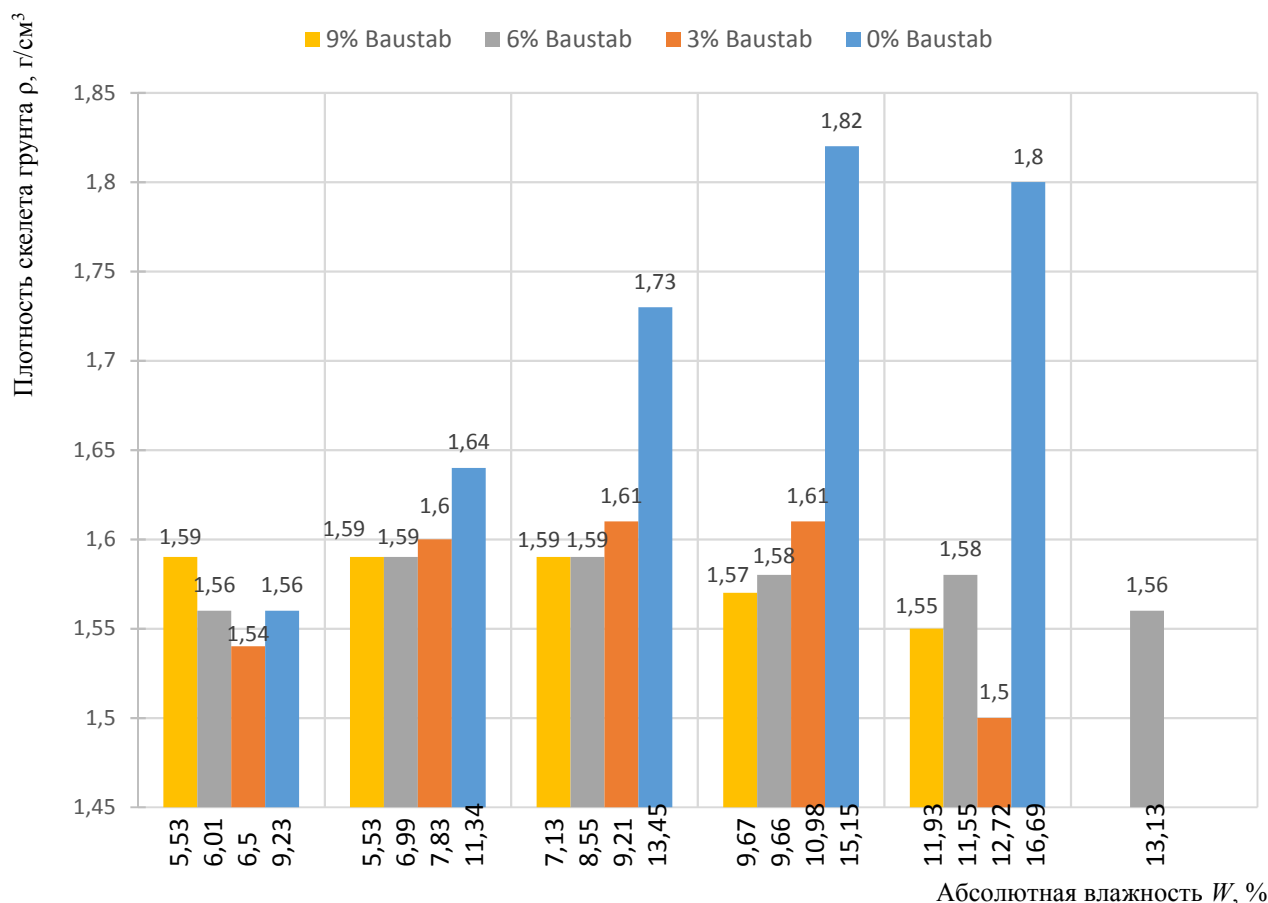


Рис. 4. График зависимости плотности грунта от влажности

Анализ изменения оптимальной влажности грунта при введении различного количества добавки показывает, что для достижения максимальной плотности исходному грунту необходимо значительно большее количество воды (около 15 %) по сравнению с грунтом, модифицированным Baustab (требуется от 5,5 до 9,2 % воды в зависимости от количества модификатора). Водная составляющая грунта способствует увеличению подвижности частиц системы, увеличивая их уплотняемость. При достижении определенного количества воды плотность грунта снижается, то есть ее избыток приводит к разрыву связей между зернами грунта, пространство между которыми заполняется водой. Использование добавки в составе грунта способствует получению системы, обладающей высокой уплотняемостью, а, следовательно, и подвижностью уже при невысокой влажности мо-

дифицированного грунта. Более того, полученный грунт не теряет достигнутую максимальную плотность в широком диапазоне изменения количества воды в системе.

Выводы. Проведенные испытания стабилизирующей добавки Baustab показали целесообразность ее использования при укреплении грунтов для дорожного строительства, в частности, в качестве стабилизатора переувлажненного грунта. В работе использовали грунт с влажностью на 50 %, 100 % и 150 % выше оптимальной.

Изменение влажности грунта при введении различного количества добавки составило 1–3 %. Это изменение возможно связано лишь с испарением воды с поверхности модифицированного грунта при перемешивании грунта с добавкой. Несмотря на полученные результаты, грунт с добавкой Baustab приобретал плотную консистенцию, становился более вязким, частично агрегировался, отделение воды не наблюдалось. Исходя

из этого, можно сделать вывод, что добавка притягивает и удерживает на себе излишки воды, находящейся между частицами грунта, как губка, то есть физико-химически связывает воду.

Исследования зависимости водоудерживающей способности от процентного соотношения стабилизирующей добавки Baustab показали увеличение данного показателя по сравнению с грунтом без добавки в диапазоне от 3 до 7 % соответственно. Хочется отметить «скачок» данного показателя с 91,42 % до 94,66 % при добавлении всего 1 % Baustab в грунт. Увеличение водоудерживающей способности грунта в присутствии модификатора Baustab может положительно отразиться на прочности укрепленного цементом грунта. То есть добавка будет способствовать удержанию достаточного количества воды для нормального твердения цементного вяжущего.

Проведенные испытания на определение максимальной плотности и оптимальной влажности грунта в процентном соотношении 3 %, 6 % и 9 % Baustab к массе испытываемого грунта показали уменьшение оптимальной влажности на 6 % и более относительно исходного грунта. При этом максимальная плотность не зависимо от количества добавки снизилась на 0,2 г/см³ и составила в среднем 1,6 г/см³. Исходя из этого, введение добавки в состав грунта приводит к снижению уплотняемости грунта. Однако, стоит обратить внимание на то, что использование добавки в составе грунта позволяет снизить влияние воды на уплотнение грунта. Использование добавки в составе грунта способствует получению системы с максимальной плотностью уже при невысокой влажности модифицированного грунта. Более того, полученный грунт не теряет достигнутую максимальную плотность в широком диапазоне изменения количества воды в системе. Это положительно отразится на его разуплотнении в неблагоприятный осенне-весенний период эксплуатации автомобильной дороги. Такой грунт скорее всего будет подвержен минимальным просадкам и потере прочностных характеристик.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонова Е.Н., Босов А.И. Особенности применения технологии стабилизации и укрепления грунтов в Российской Федерации // Дорожные. 2015. №5. С. 25–35.
2. Фурсов С.Г. Как укрепить грунт // Автомобильные дороги. 2010. №5. С. 78–82.
3. Пономарев А.Д., Даляев Н.Ю. Инновационные методы стабилизации и укрепления грунтов. Глубинная стабилизация // III Международная научно-практическая конференция. Сборник статей в 4-х частях. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. 2017. С. 112–116.
4. Егоров Г.В., Андреева А.В., Буренина О.Н. Укрепление местных грунтов стабилизатором при строительстве автомобильных дорог в условиях Севера // Дороги и мосты. 2013. № 1(29). С. 21–28.
5. Жуков Ю.Г. Укрепление грунтов // Автомобильные дороги. 2018. №8. С. 106–108.
6. Фурсов С.Г. Основные направления исследований укрепленных грунтов для конструктивных слоев дорожных одежд // Транспортное строительство. 2007. №1. С. 74–75.
7. Восканянц К.Е. Разработка составов и технологий укрепления и стабилизации грунтов для автодорожного строительства // Научные исследования. 2018. № 6. С. 23–25.
8. Абрамова Т.Т., Босов А.И., Валиева К.Э. Стабилизаторы грунтов в отечественном и дорожном аэродромном строительстве // Дороги и мосты. 2013. №2. С. 60–84.
9. Абрамова Т.Т., Босов А.И., Валиева К.Э. Использование стабилизаторов для улучшения свойств связных грунтов // Геотехника. 2012. № 3. С. 4–28.
10. Жумабаев А.Ж., Пушкарева Г.В. Упрочнение глинистых грунтов введением комплексных стабилизирующих добавок // 65-я Юбилейная университетская научно-техническая конференция студентов и молодых ученых (УНТК-2019). Сборник докладов. Томский государственный архитектурно-строительный университет. 2019. С. 267–270.
11. Загородных К.С., Кукина О.Б. Анализ проблемы укрепления глинистых грунтов // Научный вестник ВГАСУ. 2015. № 9. С. 55–63.
12. Negi A.S. et al. Soil stabilization using lime // International journal of innovative research in science, engineering and technology. 2013. Т. 2. №. 3. Pp. 448–453.
13. Onyejekwe S., Ghataora G.S. Soil stabilization using proprietary liquid chemical stabilizers: Sulphonated oil and a polymer // Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 2015. Т. 74. №. 2. Pp. 651–665.
14. Tabarsa A. et al. Laboratory investigation and field evaluation of loess improvement using nanoclay—A sustainable material for construction // Construction and Building Materials. 2018. Т. 158. Pp. 454–463.
15. Rashid A.S.A. et al. Sustainable improvement of tropical residual soil using an environmentally friendly additive // Geotechnical and Geological Engineering. 2017. Т. 35. №. 6. Pp. 2613–2623.
16. Latifi N. et al. Tropical residual soil stabilization: A powder form material for increasing soil

strength // Construction and Building Materials. 2017. T. 147. Pp. 827–836.

17. Latifi N. et al. Sustainable improvement of clays using low-carbon nontraditional additive // International Journal of Geomechanics. 2018. T. 18. №. 3. Pp 49–52.

18. Hassan W.H.W. et al. Strength and morphological characteristics of organic soil stabilized with magnesium chloride // Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology. 2017. T. 50. №. 4. Pp. 454–459.

19. Cuisinier O., Auriol J.C., Borgne T. Le., Deneele D. Microstructure and hydraulic conductivity of a compacted lime-treated soil // Engineering Geology. 2011. № 123. Pp. 187–193.

20. Eisazadeh A., Kassim K.A., Nur H. Solid-state NMR and FTIR studies of lime stabilized montmorillonitic and lateritic clays // Applied Clay Science. 2012. № 67. Pp. 5–10.

21. Eisazadeh A., Kassim K.A., Nur H. Stabilization of tropical kaolin soil with phosphoric acid and lime // Natural Hazards, 2012. № 61, Pp. 931–942.

22. Trautvain A., Akimov A., Yakovlev E. Improvement of Properties of the Argillaceous Soils When Using Additives "Chimston" in Combination

with Inorganic Astringent // Materials Science Forum. 2019. Vol. 945. Pp. 136–140.

23. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. Введ.: 2013-01-01. М.: Стандартинформ, 2018. 77 с.

24. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Введ.: 2016-04-01. М.: Стандартинформ, 2019. 24 с.

25. Саркисов Г.А., Григорьева И.Ю. К вопросу о методике оценки влажности и водоудерживающей способности нефтезагрязненных дисперсных грунтов // Инженерная геология. 2017. №5. С. 14–25.

26. Смагин А.В., Садовникова Н.Б. О физических вопросах водоудерживания и динамики дисперсности в почвах, грунтах и коллоидно-дисперсных материалах // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2017. №4. С. 4–20.

27. ГОСТ 22733-2016. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. Введ.: 2017-01-01. М.: Стандартинформ, 2016. 12 с.

28. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний. Введ.: 1986-07-01. М.: Стандартинформ, 2010. 14 с.

Информация об авторах

Траутвайн Анна Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных и железных дорог. E-mail: trautvain@bk.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Манохин Артём Владимирович, магистрант кафедры автомобильных и железных дорог. E-mail: manokhin-89@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 10.04.2020

© Траутвайн А.И., Манохин А.В., 2020

**Trautvain A.I., Manokhin A.V.*

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

**E-mail: trautvain@bk.ru*

INFLUENCE OF BAUSTAB STABILIZING ADDITIVE ON CHANGES IN SOIL WATER RETENTION CAPACITY

Abstract. Clay soils are the most common in the Russian Federation; they have high connectivity and strength in the dry state and low strength in the water-saturated condition. To successfully use such soils in road construction, it is necessary to change their natural properties. For these purposes, a fairly large group of additives is used – organic and inorganic-based soil stabilizers, as well as various polymer modifiers. The paper investigates the influence of the Baustab stabilizing additive ((manufactured by NPP ZIPo LLC) on the change in humidity, water-holding capacity of waterlogged soil, as well as the change in the maximum density and optimal humidity of modified soil on the example of light sandy loam. It has been found that the use of additive has little effect on changes in soil moisture over time. Despite this, the soil with Baustab additive acquires a dense texture, becomes more viscous, partially aggregates and water separation is not observed. A study of the water retention capacity from the percentage of stabilizing additives Baustab shows an increase in this indicator compared to the soil without additives in the range from 3 to 7%. In addition, the use of additives in the composition of the soil contributed to the production of a system with high compaction and

mobility even at low humidity of the modified soil. The influence of the water component on the compaction of the modified soil is also insignificant. Such soil is likely to be subject to minimal subsidence and loss of strength characteristics in the autumn-spring period.

Keywords: road construction, soil stabilization, Baustab additive manufactured by NPP ZIPo LLC, water holding capacity, particle size distribution, plasticity number, maximum density, optimal humidity.

REFERENCES

1. Antonova E.N., Bosov A.I. Features of the application of stabilization and soil stabilization technology in the Russian Federation [Osobennosti primeneniya tekhnologii stabilizatsii i ukrepleniya gruntov v Rossijskoj Federacii]. Road builders. 2015. No. 5. Pp. 25–35. (rus)
2. Fursov S.G. How to strengthen the soil [Kak ukreplit' grunt]. Highways. 2010. No. 5. Pp. 78–82. (rus)
3. Ponomarev A.D., Dalyaev N.Yu. Innovative methods of stabilization and strengthening of soils. Deep stabilization [Innovacionnye metody stabilizatsii i ukrepleniya gruntov. Glubinnaya stabilizatsiya] III International scientific-practical conference. Collection of articles in 4 parts. St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. 2017. Pp. 112–116. (rus)
4. Egorov G.V., Andreeva A.V., Burenina O.N. Strengthening local soils with a stabilizer in the construction of roads in the North [Ukreplenie mestnyh gruntov stabilizatorom pri stroitel'stve avtomobil'nyh dorog v usloviyah Severa]. Roads and bridges. 2013. No. 1 (29). Pp. 21–28. (rus)
5. Zhukov Yu.G. Strengthening soil [Ukreplenie gruntov]. Highways. 2018. No. 8. Pp. 106–108. (rus)
6. Fursov S.G. The main directions of research of fortified soils for structural layers of pavement [Osnovnye napravleniya issledovaniy ukreplennyh gruntov dlya konstruktivnyh sloev dorozhnyh odezhd]. Transport construction. 2007. No. 1. Pp. 74–75. (rus)
7. Voskanyants K.E. Development of compositions and technologies for strengthening and stabilizing soils for road construction [Razrabotka sostavov i tekhnologij ukrepleniya i stabilizatsii gruntov dlya avtodorozhnogo stroitel'stva]. Scientific research. 2018. No. 6. Pp. 23–25. (rus)
8. Abramova T.T., Bosov A.I., Valieva K.E. Soil stabilizers in domestic and road airfield construction [Stabilizatory gruntov v otechestvennom i dorozhnom aerodromnom stroitel'stve]. Roads and bridges. 2013. No. 2. Pp. 60–84. (rus)
9. Abramova T.T., Bosov A.I., Valieva K.E. The use of stabilizers to improve the properties of cohesive soils [Ispol'zovanie stabilizatorov dlya uluchsheniya svoystv svyaznyh gruntov]. Geotechnics. 2012. No. 3. Pp. 4–28. (rus)
10. Zhumabaev A.Zh., Pushkareva G.V. Strengthening clay soils by introducing complex stabilizing additives [Uprochnenie glinistykh gruntov vvedeniem kompleksnykh stabiliziruyushchih dobavok]. 65th Anniversary University Scientific and Technical Conference of Students and Young Scientists (UNTK-2019). Collection of reports. Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2019. Pp. 267–270. (rus)
11. Zagorodnykh K.S., Kukina O.B. Analysis of the problem of strengthening clay soils [Analiz problema ukrepleniya glinistykh gruntov]. Vestnik VSUAC. 2015. No. 9. Pp. 55–63. (rus)
12. Negi A.S., Mohhamed Faizan., Siddharth D.P., Singh R. Soil stabilization using lime. International journal of innovative research in science, engineering and technology. 2013. Vol. 2. Is. 2. Pp. 448–453. doi: 10.1617/s11527-015-0564-z.
13. Onyejekwe S., Ghataora G. S. Soil stabilization using proprietary liquid chemical stabilizers: Sulphonated oil and a polymer. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 2015. Vol. 74. No. 2. Pp. 651–665. doi: 10.1007/s10064-014-0667-8.
14. Tabarsa A., Latifi N., Meehan C.L., Manahiloh K.N. Laboratory investigation and field evaluation of loess improvement using nanoclay – A sustainable material for construction. Construction and Building Materials. 2018. Vol. 158. Pp. 454–463. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.09.096.
15. Rashid A.S.A., Latifi N., Meehan C.L., Manahiloh K.N. Sustainable improvement of tropical residual soil using an environmentally friendly additive. Geotechnical and Geological Engineering. 2017. Vol. 35. No. 6. Pp. 2613–2623. doi: 10.1007/s10706-017-0265-1.
16. Latifi N., Eisazadeh A., Marto A., Meehan C.L. Tropical residual soil stabilization: A powder form material for increasing soil strength. Construction and Building Materials. 2017. Vol. 147. Pp. 827–836. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.04.115.
17. Latifi N., Vahedifard F., Ghazanfari E., Horpibulsuk S. Sustainable improvement of clays using low-carbon nontraditional additive. International Journal of Geomechanics. 2018. Vol. 18. No. 3. Pp. 49–52. doi: 10.1061/(ASCE)GM.1943-5622.0001086.
18. Hassan W.H.W., Rashid A.S.A., Latifi N., Borhamdin S. Strength and morphological characteristics of organic soil stabilized with magnesium chloride. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology. 2017. Vol. 50. No. 4. Pp. 454–459. doi: 10.1144/qjegh-2016.124.

19. Cuisinier O., Auriol J.C., Borgne T. Le., Deneele D. Microstructure and hydraulic conductivity of a compacted lime-treated soil. *Engineering Geology*. 2011. No. 123. Pp. 187–193. doi: 10.16/j.enggeo.2011.07.010.

20. Eisazadeh A., Kassim K. A., Nur H. Solid-state NMR and FTIR studies of lime stabilized montmorillonitic and lateritic clays. *Applied Clay Science*. 2012. No. 67. Pp. 5–10. doi: 10.1016/j.clay.2012.05.006.

21. Eisazadeh A., Kassim K. A., Nur H. Stabilization of tropical kaolin soil with phosphoric acid and lime. *Natural Hazards*, 2012. No. 61. Pp. 931–942. doi: 10.1007/s11069-011-9941-2.

22. Trautvain A., Akimov A., Yakovlev E. Improvement of Properties of the Argillaceous Soils When Using Additives "Chimston" in Combination with Inorganic Astringent. *Materials Science Forum*. 2019. Vol. 945. Pp. 136–140. doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.945.136.

23. State Standard 25100-2011. Soils. Classification [Grunty. Klassifikatsiya]. Introduction: 2013-01-01. M.: Standartinform, 2018. 77 p. (rus)

24. State Standard 5180-2015. Soils. Laboratory methods for determining physical characteristics [Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya

fizicheskikh harakteristik]. Introduction: 2016-04-01. M.: Standartinform, 2019. 24 p. (rus)

25. Sarkisov G.A., Grigoryeva I.Yu. To the question of the methodology for assessing humidity and water holding capacity of oil-contaminated dispersed soils [K voprosu o metodike ocenki vlazhnosti i vodouderzhivayushchej sposobnosti neftezagryaznennykh dispersnykh gruntov]. *Engineering Geology*. 2017. No. 5. Pp. 14–25. (rus)

26. Smagin A.V., Sadovnikova N.B. On the physical issues of water retention and dispersion dynamics in soils, soils, and colloidal dispersed materials [O fizicheskikh voprosakh vodouderzhivaniya i dinamiki dispersnosti v pochvah, gruntah i kolloidno-dispersnykh materialah]. *Ecological Bulletin of the North Caucasus*. 2017. No. 4. Pp. 4–20. (rus)

27. State Standard 22733-2016. Soils. Laboratory method for determining the maximum density [Grunty. Metod laboratornogo opredeleniya maksimal'noj plotnosti]. Introduction: 2017-01-01. M.: Standartinform, 2016. 12 p. (rus)

28. State Standard 5802-86. Building solutions. Test methods [Rastvory stroitel'nye. Metody ispytaniy]. Introduction: 1986-07-01. M.: Standartinform, 2010. 14 p. (rus)

Information about the authors

Trautvain, Anna I. PhD., Assistant professor. E-mail: trautvain@bk.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Manokhin, Artem V. Master student. E-mail: manokhin-89@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received 10.04.2020

Для цитирования:

Траутвайн А.И., Манокhin А.В. Влияние стабилизирующей добавки Baustab на изменение водоудерживающей способности грунта // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 8–17. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-8-17

For citation:

Trautvain A.I., Manokhin A.V. Influence of baustab stabilizing additive on changes in soil water retention capacity. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2020. No. 6. Pp. 8–17. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-8-17

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-18-28

^{1,*}Аль-Бу-Али У.С., ¹Лесовик Р.В., ¹Хархардин А.Н., ¹Толстой А.Д., ¹Ахмед А.А.А.,
²Аласханов А.Х., ³Айменов Ж.Т.

¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

²Грозненский государственный нефтяной технологический университет
имени акад. М.Д. Миллионщикова

³Южной Казахстанский государственный технологический университет им. М. Ауэзова

*E-mail walboali@yahoo.com

РАСЧЕТ И ПОДБОР ЗЕРНОВОГО СОСТАВА ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ БЕТОННОГО ЛОМА ВЫСОКОПЛОТНОЙ УПАКОВКИ

Аннотация. Теоретической основой проектирования строительных композитов из фрагментов разрушенных зданий и сооружений является новая трансдисциплинарная наука геоника (геомиметика). Техногенные и природные аномалии, военные конфликты на планете Земля приводят к многочисленным разрушениям городов. Актуальным является использование фрагментов разрушенных зданий и сооружений для производства строительных материалов.

Предложена классификация и схема использования фрагментов разрушенных зданий и сооружений для получения щебня, песка, растворов и бетонов на их основе. Плотнейшая упаковка рассчитана по методике подбора высокоплотной упаковки заполнителя, разработанной в БГТУ им. В.Г. Шухова. Апробация результатов осуществлена на сырье разрушенных зданий и сооружений Ирака, которые состоят в основном из железобетона, керамического кирпича и блоков из известняка. Наличие в измельченном бетоне ломе активных не до конца прогидратированных частиц вяжущего, которые впоследствии гидратируются и участвуют в наборе прочности композитом с образованием дополнительного количества кристаллических новообразований, а также приводит к ускорению процесса твердения цементного камня и повышению конечной прочности материала. В дальнейшем, в ранее созданной структуре, в результате продолжающейся гидратации происходит формирование частей системы нового типа, определенным образом организованных, за счет кристаллизационного роста микро-, нано- и микро- размерных высокоосновных гидросиликатов кальция, зависящих степени гидратации бетонного лома. Последующая кристаллизация ранее сформированных фаз, приводит к самоуплотнению разных частей системы и их дальнейшей самоорганизации, что обеспечивает высокую конечную прочность и водостойкость материала. Данный механизм гидратации дает структуру бетона с минимальными внутренними напряжениями и объемными деформациями.

В статье рассмотрена методика подбора высокоплотной упаковки заполнителя из бетонного лома разрушенных зданий и сооружений Ирака. Показано, что прочность полученных образцов с уплотненным заполнителем на 31,3 %, выше, чем у образцов, приготовленных традиционным способом.

Ключевые слова: строительные отходы, высокоплотная упаковка, фрагменты разрушенных зданий и сооружений Ирака, бетонный лом.

Введение. Строительные отходы в виде бетонного лома образовались в результате военных действий и сноса различных объектов. Эти отходы сбрасываются и накапливаются ежегодно в больших количествах. Они очень долговечны, не разлагаются и, следовательно, становятся все более серьезной проблемой загрязнения окружающей среды. Главной задачей ученых всего мира является создание комфортной среды обитания человека или оптимизация системы «человек–материал–среда обитания» [1–5].

Строиндустрия представляет собой важную отрасль, которая обеспечивает строительство и ввод в действие современных объектов на основе новых конструктивных решений, формирующих искусственную среду обитания человека, способствующую повышению уровня его

жизнедеятельности. Быстрое промышленное развитие вызывает серьезные проблемы во всем мире, такие как истощение природных ресурсов и нарастание огромного количества отходов [6]. Одним из способов решить эту проблему является использование техногенного сырья в стройиндустрии. Переработанные строительные отходы могут быть получены из разрушенных зданий, посадочных полос аэропорта, опор мостов и бетонных дорог [7]. Использование переработанных заполнителей для производства бетона включает в себя дробление бетонного лома для получения щебня необходимого размера и качества [8], которых обычно имеют более высокое водопоглощение, плотность ниже, чем плотность обычных агрегатов, а пористость – выше и более низкий удельный вес [4, 5].

Перерабатывания бетона является важным, поскольку он способствует защите природных ресурсов и утилизации строительных отходов из старого бетона. Мелкий заполнитель бетонной смеси необходим для создания жесткого структурного каркаса и вовлечения его в работу при приложении нагрузки на изделие или конструкцию. Можно использовать мелкий заполнитель естественного состава или дополнительно вводить недостающее количество в нем определенных фракции (обогащение). Поскольку пески многих месторождений содержат незначительное количество фракции (2,5–5 мм), то для создания жесткого структурного каркаса, бетонную смесь необходимо обогащать более крупной фракцией. Чтобы снизить расход вяжущего вещества в бетоне, рассчитывается высокоплотная упаковка заполнителя, поскольку при увеличении плотности заполнения частиц на 0,01 увеличение прочности здания наблюдается на 3–5 %. [9, 10].

Ускорение темпов строительства привело к серьезному увеличению строительных отходов, между тем, природное сырье быстро истощается. Альтернативным способом решить эту проблему является использование бетонных отходов в качестве техногенного сырья [12–14].

Методика. Расчет зернового состава бетона с использованием бетонного лома проводят по методу, описанному в [11]. Путем повышения эффективности бетонов за счет повышения плот-

ности упаковки заполнителя, полученного из бетона разрушенных зданий и сооружений. Разработана схема использования фрагментов разрушенных зданий и сооружений для получения щебня, песка, растворов и бетонов на их основе, путем дробления обломков бетонных отходов из снесенных зданиях в Ираке с использованием дробилка, затем измельченные фракции просеивали с использованием стандартных ситах и сортировали на крупных фракциях (10...20 и 5...10 мм) и на мелких фракциях (2,5...5, 1,25...2,5, 0,630...0,315 и 0,315...0,16 мм).

Результаты ситового анализа зернового состава бетонного лома из провинции Ирака приведены в таблице 1. Установлено, что бетонный лом из разрушенных зданий характеризуется большим содержанием мелких фракций, сумма частных остатков на ситах + 0,315 – 0,16 составляет 80 %, на ситах – 0,315–0,16 более 28 %. Зерновой состав бетонного лома содержит меньшее количество мелких фракций и не соответствует созданию высокой плотности, а также не вписывается в область идеальных зерновых композиций. Поэтому насыпная плотность смеси ($\rho_{\text{нас.}}$), средняя плотность зерен данной фракции ($\rho_{\text{ср.}}$) и плотность упаковки в ней частиц (σ) в свободном и уплотненном состоянии соответственно равны:

– насыпная плотность $\rho_{\text{нас.}} = 1600 \text{ кг/м}^3$, а плотность упаковки зерен в смеси $\sigma = \eta_{\text{см}} = 0,631$, $\rho_{\text{нас.}} 1600 \text{ кг/м}^3$, $\sigma = \rho_{\text{нас.}}/\rho_{\text{ср.}} = 0,631$, где $\rho_{\text{ср.}} = 2520 \text{ кг/м}^3$.

Таблица 1

Результаты определения состава зерна из лома бетона

Показатели	Размер отверстий сит, мм						Проход сквозь сито № 0,16
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Остатки на ситах, г	200	50	160	280	240	280	20
Частные, %	20	5	16	28	24	28	0,2
Полные, %	20	5	21	49	73	101	100
Плотность упаковки	0,476	0,51	0,468	0,476	0,51	0,54	0,55
Модуль крупности	$M_{кр} = 2,49$						

Большая часть заполнителя обычно принимают за 100 масс. частей (1; 10; 100; 1000 кг), тогда массовую часть каждой последующей реакции рассчитывают по формуле:

$$G_n = (1 - \sigma_{n-1}) \cdot \frac{\eta_n}{\sigma_{n-1}} \cdot \beta_n \sum_{i=1}^{n-1} G_i, \quad (1)$$

где σ_{n-1} – плотность упаковки зерен в смеси, состоящей из (n-1) фракций, так при n=2, $\sigma_1 = \eta_1$; η_n – плотность упаковки частиц в каждой очередной фракции; $\beta_n = 1$ – для умеренно подвижных зернистых смесей; $\beta_n = (\sigma_{n-1}/\eta_n)^{1/n-1}$, где m=1,2,3 для умеренно жестких смесей; $\beta_n = \sigma_{n-1}/\eta_n$ – для подвижных полидисперсных смесей.

Для снижения расхода каждой фракции в жестких полидисперсных смесях ($\beta_n = 1$) используют формулу (1) с пониженным до минимума расходом мелких фракций и степенью заполнения свободного объема в них виде:

$$G_n = (1 - \sigma_{n-1}) \cdot \left(\frac{\eta_n}{\sigma_{n-1}} \right)^{(n+1)/2} \cdot \beta_n \cdot \sum_{i=1}^{n-1} G_i \quad (2)$$

$$\sigma_n = \frac{\gamma_n}{\rho} \quad (3)$$

где γ_n – насыпная плотность смеси в воздушной среде, либо в увлажнённом состоянии

$$\sigma_{nd} \approx \sigma_m \cdot \beta_n^{\frac{1}{n}}, \quad (4)$$

либо вычисляют по формуле:

$$\sigma_n \approx \sigma_{n-1} + \left(\frac{1 - \sigma_{n-1}}{\beta_n} \right) \cdot X_n \quad (5)$$

где

$$X_n = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \psi_{ij}^m}{n(n-1)/2} \quad (6)$$

ψ_{ij}^m – приращение плотности бимодальных упаковок частиц при введении в смесь очередной фракции.

Значение ψ_{ij}^m для бимодальных упаковок в зависимости от m или от относительного размера частиц d_n/d_1 приведены в таблице 2.

Минимальное количество мелкого заполнителя при $\beta_2 = (\mu_1/\mu_2)^{1/(n-1)} = (\mu_1/\mu_2)$, тогда

$$G_n = (1 - \eta_1) \cdot \left(\frac{\eta_2}{\eta_1} \right) \left(\frac{\eta_1}{\eta_2} \right) \cdot \sum_{i=1}^{n-1} G_i \quad (7)$$

Фракция (2,5–5 мм) и другие фракции крупного и мелкого заполнителя, получаемого дроблением бетонного лома и последующим рассеиванием имеет повышенное (30–40 %) содержание зерен лещадной формы [15].

Методика расчета и подбора фракций из отсева продукта дробления фрагментов разрушенных зданий и сооружений Ирака для получения высокоплотной смеси заключается в том, что теоретическое количество каждой фракции определяют расчетом по приведенным выше формулам и подбор их ведут из имеющегося дисперсного сырья, рассеянного на узкие фракции [16]. Предварительно устанавливают подбором подходящий класс m системы распределения частиц в высокоплотной полидисперсной смеси, определяющий прерывность в их средних размерах частиц наиболее крупной фракции (основы) с плотностью их упаковки η_1 по формуле:

$$\frac{d_n}{d_1} = \left(\frac{2,549}{10\eta_1} \right)^{\frac{m(n-1)}{3}} = \left(\frac{1}{10\eta_1(\sqrt{3}-1)^3} \right)^{\frac{m(n-1)}{3}} \quad (8)$$

где d_1 , d_n – диаметр наибольших частиц (шаров), образующих упаковку, и диаметр частиц (шаров) последовательно меньшего размера, заполняющих в ней образуемые при этом соответствующие пустоты; η_1 – плотность случайной упаковки монодисперсного слоя частиц наиболее крупной

фракции; m – класс системы распределения по размеру частиц в смеси, определяющий прерывность в их размерах, $m = 0 \dots 15 \dots (n+1)$;

Расчет зависит от определения распределения зерна по сравнению средних расстояний между каждой составляющей смеси высокой плотности (2). В начале выбирают большую объемную плотность, а затем рассчитывают блоки заполнения объема зернами заполнителя,

$$\eta_n = \frac{\gamma_n}{\rho}, \text{ где } \gamma_n, \rho - \text{насыпная и средняя плотность зерен данной фракции.}$$

Плотность заполнения гранул крупными фракциями агрегатов известна, в зависимости от формы их гранул, в пределах от $\mu_1 = 0,6 \dots 0,56$.

Основная часть. Экспериментальная плотность упаковки зерен бетонного лома из фрагментов разрушенных зданий и сооружений Ирака $\mu_1 = 0,5$. Подставив в выражение (2) это значение μ_1 и средний размер зерен $d_1 = (10,5)^{1/2} = 7,07$ мм для различного класса распределения $m = 1 \dots 12$, получим систему распределений соответствующего класса прерывности в их гранулометрическом составе. Для широкого набора фракций принимаем $m = 3$:

$$d_n/d_1 = (2,549/10\mu_1)^{n-1} = (0,2549/0,5)^{n-1} = 1; 0,50; 0,25; 0,132; 0,068; 0,0344; 0,0176; 0,009; 0,0046$$

Расчет завершается, когда средний размер частиц мелкой фракции $d_n = (d_n/d_1) d_1$ мм = $0,0176 \times 7,07 = 0,124$ мм указан рекомендуемым размером бетонного заполнителя, например, $d_n = 0,14 \dots 0,1$ мм. Согласно d_n/d_1 размеры зерна для каждой узкой части будут равны:

$$d_n = 10 \dots 5 \text{ мм} (1; 0,50; 0,25; 0,132; 0,068; 0,0344; 0,0176; 0,009; 0,0046) = 10 \dots 5; 5 \dots 2,5; 2,5 \dots 1,25; 1,32 \dots 0,66; 0,68 \dots 0,34; 0,344 \dots 0,172; 0,176 \dots 0,088; 0,09 \dots 0,045; 0,046 \dots 0,023 \text{ мм.}$$

Каждая гранулированная часть отбирается на стандартных ситах, а плотность заполнения их гранул определяется насыпной плотностью/

$$(\eta_n = \frac{\gamma_n}{\rho} \text{ где } \rho - \text{средняя плотность зерна}):$$

$\mu_1 = 0,51$; $\mu_2 = 0,476$; $\mu_3 = 0,511$; $\mu_4 = 0,468$; $\mu_5 = 0,476$; $\mu_6 = 0,51$; $\mu_7 = 0,544$; – для каждой фракции определяют экспериментально.

При расчете количества каждой фракции для получения плотнейшей упаковки смеси используется любое произвольное значение G_1 объемной части, например, 1 кг, 10 кг, 100 кг или 100 Вт. Части. Затем вычисляется вторая дробь и каждая последующая дробь с учетом коэффициента зернистости n по формуле (1).

Таблица 2

Степень заполнения свободного объема в слое крупных молекул мелкими частицами в зависимости от класса систем m и их относительного размера в бинарных пакетах

m	< 1	1	2	3	4	4,5	5
ψ_{ij}^m	$\varepsilon_i^3 \eta_i^3$	$\varepsilon_i^2 \eta_i^3$	$\varepsilon_i^2 \eta_i^2$	$\varepsilon_i^2 \eta_i$	ε_i^2	$\varepsilon_i \eta_i^2$	ε_i^2 / η_i
d_n / d_1	≤ 1	0,73	$\leq 0,54$	$\leq 0,39$	0,29	0,25	0,21
ψ_{ij}^m	0,011	0,033	0,052	0,080	0,123	0,148	0,189
m	6	7	8	9	10	11	12
ψ_{ij}^m	$\varepsilon_i \eta_i$	$\varepsilon_i^2 \eta_i^2$	ε_i	η_i^2	ε_i / η_i	$1 - \eta_i^2$	η_i
d_n / d_1	$\leq 0,15$	$\leq 0,4$	$\leq 0,08$	$\leq 0,06$	$\leq 0,04$	$\leq 0,033$	$\leq 0,024$
ψ_{ij}^m	0,227	0,290	0,350	0,422	0,539	0,578	0,65

Принимая 100 мас. ч. для первой крупной фракции, смеси класса $m = 3$, количество второй фракции заполнителя, согласно выражению (1 и 2), потребуется:

$$\text{При } \beta_2 = 1, G_n = (1 - \sigma_{n-1}) \cdot \frac{\eta_n}{\sigma_{n-1}} \cdot \beta_n \sum_{i=1}^{n-1} G_i \text{ и } G_n = (1 - \sigma_{n-1}) \cdot \left(\frac{\eta_n}{\sigma_{n-1}} \right)^{(n+1)/2} \cdot \beta_n \sum_{i=1}^{n-1} G_i$$

где $\sigma_{n-1} = \eta_{n-1}$, $G_1 = 100$ мас. ч., $\sigma_{n-1} = \eta_1 = 0.5$ соответственно получим:

$$G_2 = (1 - \eta_1) \cdot \frac{\eta_2}{\eta_1} \cdot \beta_2 \sum_{i=1}^1 G_i = (1 - 0.5) (0.476 / 0.5) \cdot 1 \cdot 100 = 48 \text{ мас.ч.}$$

либо

$$G_2 = (1 - \eta_1) \cdot \left(\frac{\eta_2}{\eta_1} \right)^{(n+1)/2} \cdot \beta_2 \sum_{i=1}^{n-1} G_i = (1 - 0.5) (0.476 / 0.5)^{3/2} \cdot 1 \cdot 100 = 47 \text{ мас.ч.}$$

Плотность упаковки зерен в смеси, состоящей из первых двух фракции, где $\sigma_1 = \eta_1$, будет равна:

При $\beta_2 = 1$ и $\varepsilon_2 = (1 - \eta_2)$;

$$\sigma_2 = \sigma_1 + (1 - \sigma_1) X_2 / \beta_2 = 0.492 + (1 - 0.5) \varepsilon_2^2 \eta_2 / \beta_2 = 0.5 + 0.5 \cdot 0.524^2 \cdot 0.476 = 0.565$$

$$\text{при } \beta_2 = \frac{\sigma_{n-1}}{\eta_n} = (0.5 / 0.476) = 1.050;$$

$$\sigma_2 = 0.5 + 0.5 \cdot 0.524^2 \cdot 0.476 / 1.050 = 0.562$$

Для класса $m = 3$ системы распределения частиц в смеси $X_2 = \varepsilon_2^2 \eta_2$, табл.2. необходимое количество третьей фракции потребуется:

$$\beta_3 = 1, G_3 = (1 - \sigma_2) \cdot \frac{\eta_3}{\sigma_2} \cdot \beta_3 \sum_{i=1}^{n-1} G_i$$

$$G_3 = (1 - 0.562) (0.51 / 0.562) \cdot 1 \cdot (100 + 48) = 59 \text{ мас.ч.}$$

либо

$$G_3 = (1 - 0.562) (0.51 / 0.562)^{4/2} \cdot 1 \cdot (100 + 47) = 54 \text{ мас.ч.}$$

Расчет величины X_i производится согласно схеме распределения зерен в пустотах зернистого слоя.

$$X_3 = (\varepsilon_2^2 \eta_2 + \varepsilon_3^2 \eta_3 + \varepsilon_3 \eta_3) / 3(3-1)/2 = (0.524^2 \cdot 0.476 + 0.49^2 \cdot 0.51 + 0.49 \cdot 0.51) / 3 = 0.168.$$

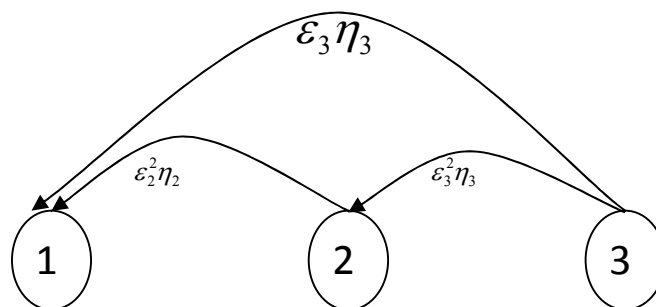


Рис.1. Распределение зерен в смеси, состоящей из 3-х фракций

Плотность упаковки зерен в смеси, состоящей из первых трех фракций, будет равна:

$$\sigma_3 = \sigma_2 + (1 - \sigma_2) X_3 / \beta_3, \beta_3 = \frac{\sigma_{n-1}}{\eta_n} = 0,562/0,51 = 1,102$$

$$\sigma_3 = 0,562 + (1 - 0,562) 0,168 / 1,102 = 0,6290$$

$$\text{при } \beta_3 = \frac{\sigma_2}{\eta_3} = (0,562/0,51) = 1,1019 \text{ и при } \beta_3 = \left(\frac{\sigma_2}{\eta_3}\right)^{1/2} = (0,562/0,51)^{0,5} = 1,05$$

$$\sigma_3 = 0,562 + (1 - 0,562) 0,168 / 1,1019 = 0,6288$$

$$\sigma_3 = 0,562 + (1 - 0,562) 0,168 / 1,105 = 0,6286$$

Принимают меньшее значение σ_n , $\sigma_3 = 0,6286$.

Для расчета требуемого количества четвертой и последующих фракций зерен смеси из четырех и более фракций рассматривается распределение с $m = 3$. Число двусторонних связей (двустороннее распределение) молекул в пространствах разделенных слой $m = n(n-1)/2 = 4 \cdot 3/2 = 6$, где n – число всех фракций в смеси, принимая во внимание каждую следующую фракцию смеси.

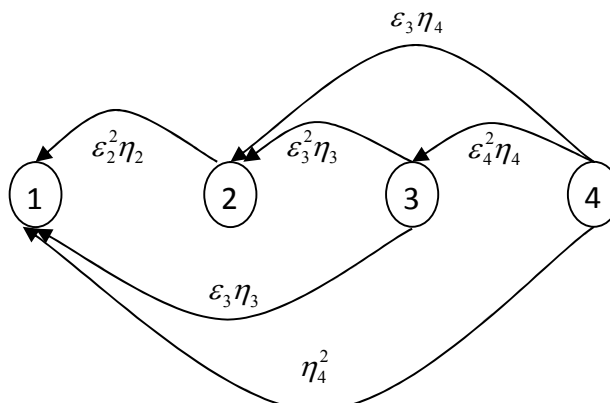


Рис.2. Распределение зерен в смеси, состоящей из 4-х фракций

Распределение частиц в 4-х фракционной смеси вычисляют, используя X_4 , согласно схемы, а затем β_4 :

$$X_4 = (\varepsilon_2^2 \eta_2 + \varepsilon_3^2 \eta_3 + \varepsilon_4^2 \eta_4 + \varepsilon_3 \eta_3 + \varepsilon_4 \eta_4 + \eta_4^2) / [4(4-1)/2] = (0,524^2 \cdot 0,476 + 0,49^2 \cdot 0,51 + 0,532^2 \cdot 0,468 + 0,49 \cdot 0,51 + 0,532 \cdot 0,468 + 0,468^2) / 6 = 0,184$$

$$\text{при } \beta_4 = \left(\frac{\sigma_3}{\eta_4}\right)^{1/n-1} = (0,6286/0,468)^{1/3} = 1,103, \beta_4 = \left(\frac{\sigma_3}{\eta_4}\right) = (0,6286/0,468) = 1,343.$$

В расчетах принимают при $\beta_4 = 1$

$$G_4 = (1 - 0,6286) (0,468/0,6286) \cdot 1 \cdot (100 + 48 + 59) = 58 \text{ мас.ч.}$$

$$\text{либо, } G_4 = (1 - 0,6286) (0,468/0,6286)^{5/2} \cdot 1 \cdot (100 + 47 + 54) = 36 \text{ мас.ч.}$$

$$\text{при } \beta_4 = \frac{\sigma_3}{\eta_4} = (0.6286/0.468) = 1.343, \text{ и при } \beta_4 = \left(\frac{\sigma_3^3}{\eta_4}\right)^{1/3} = (0.6286/0.468)^{0.5} = 1.103$$

$$\sigma_4 = 0.6286 + (1 - 0.6286) \cdot 0.184 / 1.343 = 0.679$$

$$\sigma_4 = 0.6288 + (1 - 0.6286) \cdot 0.184 / 1.103 = 0.691$$

Представим схему распределения зерен в 5-ти фракционной смеси:

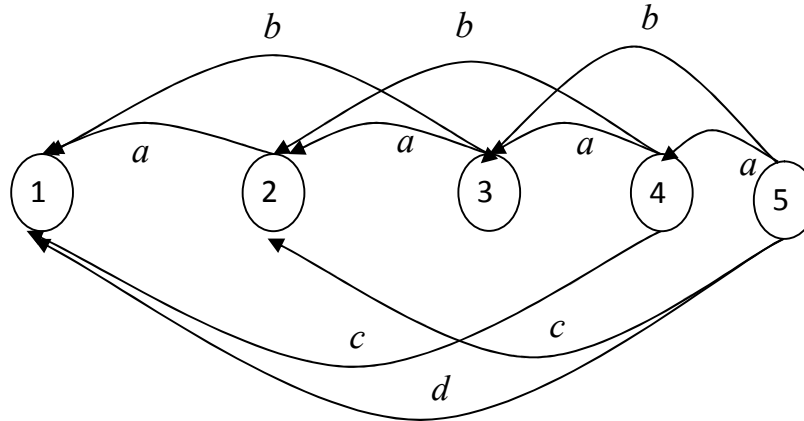


Рис. 3. Распределение зерен в смеси, состоящей из 5-х фракций

$$X_5 = (\varepsilon_2^2 \eta_2 + \varepsilon_3^2 \eta_3 + \varepsilon_4^2 \eta_4 + \varepsilon_5^2 \eta_5 + \varepsilon_3 \eta_3 + \varepsilon_4 \eta_4 + \varepsilon_5 \eta_5 + \eta_4^2 + \eta_5^2 + \eta_5) / [5(5-1)/2] =$$

$$= (0.524^2 \cdot 0.476 + 0.49^2 \cdot 0.51 + 0.532^2 \cdot 0.468 + 0.524^2 \cdot 0.476 + 0.49 \cdot 0.51 + 0.532 \cdot 0.468 + 0.524 \cdot 0.476 + 0.468^2 + 0.476^2 + 0.476) / 10 = 0.219.$$

$$\text{при } \beta_5 = 1, G_5 = (1 - 0.679) (0.476 / 0.679) \cdot 1 \cdot (100 + 48 + 59 + 58) = 60 \text{ мас. ч.}$$

$$G_5 = (1 - 0.679) (0.476 / 0.679)^{6/2} \cdot 1 \cdot (100 + 47 + 54 + 36) = 27 \text{ мас. ч.}$$

$$\text{при } \beta_5 = \frac{\sigma_{n-1}}{\eta_n}, \beta_5 = \left(\frac{\sigma_4}{\eta_5}\right) = (0.679 / 0.476) = 1.43, \beta_5 = \left(\frac{\sigma_4}{\eta_5}\right)^{1/n-1} = (0.691 / 0.476)^{1/4} = 1.1,$$

$$\sigma_5 = 0.679 + (1 - 0.679) \cdot 0.219 / 1.43 = 0.728$$

$$\sigma_5 = 0.691 + (1 - 0.691) \cdot 0.219 / 1.1 = 0.752.$$

В связи с громоздкостью схемы распределения зерен в смеси, состоящей из шести и семи фракций, мы их опускаем. Число бимодальных связей в смеси, состоящей из шести фракций, будет равно $n(n-1)/2 = 6(6-1)/2 = 15$.

$$X_6 = (\varepsilon_2^2 \eta_2 + \varepsilon_3^2 \eta_3 + \varepsilon_4^2 \eta_4 + \varepsilon_5^2 \eta_5 + \varepsilon_6^2 \eta_6 + \varepsilon_3 \eta_3 + \varepsilon_4 \eta_4 + \varepsilon_5 \eta_5 + \varepsilon_6 \eta_6 + \eta_4^2 + \eta_5^2 + \eta_6^2 + \eta_4 + \eta_5 + \eta_6) / [5(5-1)/2],$$

$$X_6 = (0.524^2 \cdot 0.476 + 0.49^2 \cdot 0.51 + 0.532^2 \cdot 0.468 + 0.524^2 \cdot 0.476 + 0.49^2 \cdot 0.51 + 0.49 \cdot 0.51 + 0.532 \cdot 0.468 + 0.524 \cdot 0.476 + 0.49 \cdot 0.51 + 0.468^2 + 0.476^2 + 0.51^2 + 0.468 + 0.476 + 0.51) / 15 = 0.253.$$

$$\text{при } \beta_6 = 1, G_6 = (1 - 0.728) (0.51 / 0.728) \cdot 1 \cdot (100 + 48 + 59 + 58 + 60) = 62 \text{ мас. ч.}$$

$$\text{либо, } G_6 = (1 - 0.728) (0.51 / 0.728)^{7/2} \cdot 1 \cdot (100 + 47 + 54 + 36 + 27) = 21 \text{ мас. ч.}$$

$$\text{при } \beta_6 = \frac{\sigma_{n-1}}{\eta_n}, \beta_6 = \left(\frac{\sigma_5}{\eta_6}\right) = (0.728 / 0.51) = 1.4, \text{ при } \beta_6 = \left(\frac{\sigma_5}{\eta_6}\right)^{1/n-1} = (0.752 / 0.51)^{1/5} = 1.08,$$

$$\sigma_6 = 0.728 + (1 - 0.728) \cdot 0.253 / 1.43 = 0.776$$

$$\sigma_6 = 0.752 + (1 - 0.752) \cdot 0.253 / 1.08 = 0.810.$$

При ведении седьмой фракции в смесь, состоящей из шести фракций, число бимодальных связей в ней будет: $n(n-1)/2 = 7(7-1)/2 = 21$;

$$X_7 = (15 X_6 + \varepsilon_7^2 \eta_7 + \varepsilon_6 \eta_6 + \varepsilon_7 \eta_7 + \eta_7^2 + \eta_7 + \eta_7) / 21 =$$

$$(15 \cdot 0,253 + 0,456^2 \cdot 0,544 + 0,49 \cdot 0,51 + 0,456 \cdot 0,544 + 0,544^2 + 0,544 + 0,544) / 21 = 0,276$$

при $\beta_7 = 1$, $G_7 = (1 - 0,776) (0,544 / 0,776) \cdot 1 \cdot (100 + 48 + 59 + 58 + 60 + 62) = 61$ мас.ч.

либо, $G_7 = (1 - 0,776) (0,544 / 0,776)^{8/2} \cdot 1 \cdot (100 + 47 + 54 + 36 + 27 + 21) = 16$ мас.ч.

при $\beta_7 = \frac{\sigma_{n-1}}{\eta_n}$, $\beta_7 = \left(\frac{\sigma_6}{\eta_7} \right) = (0,776 / 0,544) = 1,43$, $\beta_7 = \left(\frac{\sigma_6}{\eta_7} \right)^{1/n-1} = (0,810 / 0,544)^{1/6} = 1,07$,

$$\sigma_7 = 0,776 + (1 - 0,776) 0,276 / 1,43 = 0,819$$

$$\sigma_7 = 0,810 + (1 - 0,810) 0,276 / 1,07 = 0,859.$$

Исходные данные для расчета и его результаты приведены в табл.3.

Таблица 3

Гранулометрический состава высокоплотной смеси из отсева дробления бетонного лома

Ситовые фракции, мм	Расчетный размер части, мм	Плотность упаковки зерен	Состав смеси, мас.ч.	Насыпная плотность (кг/м³)	Плотность упаковки, σ_n
5...2,5	5...2,5	0,476	47 (48)	1300(1320)	0,562
2,5...1,25	2,5...1,25	0,51	54(59)	1360(1400)	0,6286
1,25...0,63	0,68...0,34	0,468	36(58)	1480(1500)	0,679
0,63...0,315	0,344...0,172	0,476	27(60)	1550(1600)	0,728
0,315...0,16	0,176...0,088	0,51	21(62)	1610(1650)	0,776
0,16...0,04	0,088...0,09	0,544	16(61)	1680(1720)	0,8191
Пылевидный отсев	—	—	0	—	—

Расход вяжущего по размеру из цементного вяжущего в зависимости от движения 1 м³ бетонной смеси при В/Ц = 0,449 будет равен:

$\alpha_3 = 1,0579 \dots 1,330$, исходя из смешиваемости 1 м³ бетонной смеси при В/Т=0,449, будет равен:

$$V = 1 - 0,8191 / (1,058 \dots 1,330) = 0,226 \dots 0,3842 \text{ м}^3$$

$$m_{ц} = (0,226 \dots 0,3842)$$

$$\rho_{т} = (0,226 \dots 0,3842), \text{ м}^3$$

$$2150 \text{ кг} = 486 \dots 826 \text{ кг}$$

где ρ_m – плотность цементного вяжущего теста при В/Т=0,451

$$\frac{0,8191 - 0,631}{0,01} \cdot 3\% = 56,43\%.$$

Увеличение прочности бетона может составить более, чем

Исходные данные для расчета и его результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4

Состав бетона с высокой плотностью упаковки

Ситовые фракции, мм	Масса заполнителя для образцов размером 10×10×10 см (г)		Расход цемента (кг) на один куб размером 10×10×10 см, (г)	В/Ц-52 % (мл)	Насыпная плотность (кг/м³)		Плотность упаковки, σ_n
	1*	2*					
10...5	615	413	486	230	1260	1260	0,500
5...2,5	289	198			1300	1320	0,562
2,5...1,25	332	244			1360	1400	0,6286
1,25...0,63	221	240			1480	1500	0,679
0,63...0,315	166	248			1550	1600	0,728
0,315...0,16	129	256			1610	1650	0,776
0,16...0,04	98	252			1680	1720	0,819
Сум.	1850	1850					

Примечание: 1 – G_n -из формулы (1); 2 – G_n -из формулы (2).

В таблице 5 приведены значения прочности при сжатии образцов бетона в возрасте 3,7 и 28

суток после отверждения для двух разных смесей: обычного бетона и с высокоплотной упаковкой заполнителя.

Таблица 5

Свойства бетона с высокоплотной упаковкой заполнителя

Назначения	ρ_b , (кг/м ³)	Цемент, (кг/м ³)	Бетонный лом (фр. 0,16–10 мм), (кг/м ³)	В/Ц, %	$\sigma_{уп}$	Прочность образцов, МПа		
						3 сут	7 сут	28 сут
Естественная смесь	2260	513	1800	53	0,6671	14,5	17	23,5
Плотная смесь	2340	486	1800	47	0,8191	19	26,5	34,2

Выводы. Установлено, что прочность опытных образцов при сжатии в 28-ми суточном возрасте с плотнейшей упаковкой частиц заполнителя из фрагментов, разрушенных зданий и сооружений выше прочности образцов с обычным заполнителем. Увеличение плотности упаковки зерен заполнителя с 0,631 до 0,8191 приводит к увеличению прочности при сжатии на 31,3 %. Повышение плотности упаковки частиц заполнителя на 0,01 способствует увеличению прочности образцов бетона на 2,65 %.

Простейший способ повышения плотности упаковки частиц в смеси мелкого заполнителя из бетонного лома разрушенных зданий и сооружений, и получения оптимального ее состава заключается во ведении в эту смесь частиц разных размеров (до 7 фракций), включая фракцию 20...5 мм в количестве 100 масс. частей на 101 масс. частей мелкой фракции 0,04...5 мм, либо 100 масс. частей фракции 20...5 мм на 248 масс. частей мелкого заполнителя фракции 0,04...5 мм.

Расчет и подбор компонентов заполнителя высокой плотности из смеси песка и бетонных отходов позволил увеличить плотность упаковки зерен с 0,631 до 0,8191, что снизило пустотность смеси и, как следствие – расход цемента до 5,2 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик В.С. Генетические основы энергосбережения в промышленности строительных материалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1994. № 7–8. С. 96–100.
2. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Милькина А.С. Особенности структуры бетонов нового поколения с применением техногенных материалов // Вестник СБАДИ. Строительство и архитектура. 2018. Том 15, № 4 (62). С. 588–595.
3. Чернышева Н.В., Лесовик В.С. Быстро-твердеющие композиты на основе водостойких гипсовых вяжущих. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 123 с.
4. Gridchin A.M., Lesovik V.S., Zum Problem der Forchung des System «Mensch-Stoff-Umwelt». 12. Ibaus. Internationale Baustofftagung. Weimar, 1994.

5. Франтов Г.С. Геология и живая природа : (Уровни организации вещества, бионика и геоника, клетки и газово-жидкие включения). Ленинград: Недра, 1982. 145 с.

6. Shahidan S., Bunnori N.M., Md Nor N., Basri S.R. Damage severity evaluation on reinforced concrete beam by means of acoustic emission signal and intensity analysis // 2011 IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications. 2011. Pp. 337–341.

7. Ortiz O., Pasqualino J.C., Castells F. Environmental performance of construction waste: comparing three scenarios from a case study in Catalonia, Spain. J. WasteManag. 2010. 30 (4). Pp. 7–12.

8. Shahidan S., Isham I., Jamaluddin N. A Review on Waste Minimization by Adopting in Self Compacting Concrete // MATEC Web Conf. 2016. Vol. 47.

9. Tumadhir M.B. Effect of Using Recycled Lightweight Aggregate on the Properties of Concrete. Journal of Babylon University // Engineering Sciences. 2015. No. 2. Vol. 23.

10. Medina C., Zhu W., Howind T., Rojas M., Frías M. Influence of mixed recycled aggregate on the physical and mechanical properties of recycled concrete. J. Clean. 2014. Prod. 68, 216e225.

11. Хархардин А.Н. Способы получения высокоплотных составов зернистого сырья. Известия вузов. Строительство. Новосибирск. Изд-во НГАСУ. 1996. №10. С. 46–60.

12. Сулейманова Л.А., Лесовик В.С., Сулейманов А.Г. Неавтоклавные газобетоны на композиционных вяжущих. Белгород: КОНСТАНТА, 2010. С. 152.

13. Abdul Rahim M., Ibrahim N.M., Idris Z., Ghazaly Z. M., Shahidan S., Rahim N.L., Sofri L.A., Isa N.F. Properties of Concrete with Different Percentage of the Rice Husk Ash (RHA) as Partial Cement Replacement // Mater. Sci. Forum. 2014. Vol. 803. Pp. 288–293.

14. Andreu G.C., Miren E. Effects of using recycled concrete aggregates on the shrinkage of high performance concrete. Construction and Building Materials, 2016. Vol. 115.

15. Лесовик В.С., Хархардин А.Н., Анохин С.А. К проблеме оптимизации гранулометрического состава песка при производстве песчаных бетонов // Сборник тезисов докладов. Тр. Междунар. Научно-технич. Конференции. Старый Оскол. Изд. Филиала МИСИ, 1999. С. 29–31

16. Хархардин А.Н. Эффективные составы заполнителя бетонного. Известия вузов. Строительство. 1997. №5. С. 21–25.

Информация об авторах

Аль-Бу-Али Уатик Сад Джассам, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций. E-mail: walboali@yahoo.com. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 44.

Лесовик Руслан Валерьевич, доктор технических наук, профессор, проректор по международной деятельности. E-mail: ruslan_lesovik@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Хархардин Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

Толстой Александр Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций. E-mail: tad56@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Ахмед Анис Ахмед, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций. E-mail: civileng85@yahoo.com. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Аласханов Арби Хамидович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций. E-mail: alaschanov.arbi@mail.ru. Грозненский государственный нефтяной технологический университет имени акад. М.Д. Миллионщикова. Чечения, г. Гудермес, ул. Грозненская, д. 33.

Айменов Жамбул Талхаевич, доктор технических наук, профессор, зам. Директор НИИ СМСИА. E-mail: zhambul_ukgu@mail.ru. Южной Казахстанский государственный технологический университет им. М. Ауэзова. Казахстан, 160012, г. Шымкент, пр. Таухе-хана 5.

Поступила 09.12.2019

© Аль-Бу-Али У.С., Лесовик Р.В., Хархардин А.Н., Толстой А.Д., Ахмед А.А.А., Аласханов А.Х., Айменов Ж.Т., 2020

^{1,*}Albo Ali W.S., ¹Lesovik R.V., ¹Kharkhardin A.N., ¹Tolstoy A.D., ¹Ahmed A.A.A.,
²Alaskanov A.K., ³Aimenov Z.T.

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

²Grozny State Oil Technological University named after Acad. M.D. Millionschikova

³South Kazakhstan State Technological University named after M. Auezova

*E-mail: walboali@yahoo.com

CALCULATION AND SELECTION OF THE HIGH DENSITY AGGREGATES FROM CONCRETE SCRAP

Abstract. The new transdisciplinary science of geonics (geomimetics) is the theoretical basis for designing construction composites from fragments of destroyed buildings and structures. Technogenic and natural anomalies, military conflicts on planet Earth lead to destruction of cities. Utilization of fragments of destroyed buildings and structures for the production of building materials is relevant.

The classification and scheme of using fragments of destroyed buildings and structures to obtain crushed stone, sand, solutions and concretes based on them is proposed. The densest packaging is calculated using the method of selecting high-density filler packaging developed at BSTU named after V.G. Shukhov. The results are tested on the raw materials of destroyed buildings and structures in Iraq, which consist mainly of reinforced concrete, ceramic bricks and limestone blocks. The presence of binder particles that are not fully hydrated in the concrete scrap, which are subsequently hydrated and participate in the curing of the composite

with the formation of an additional number of crystalline neoplasms, and also accelerates the hardening of cement stone and increases the final strength of the material. Subsequently, in the previously created structure, as a result of continuing hydration, a new type of system parts is formed, organized in a certain way, due to the crystallization growth of pico -, nano - and micro-sized high-base calcium hydrosilicates, depending on the degree of hydration of concrete scrap. The following crystallization of previously formed phases leads to self-sealing of different parts of the system and their further self-organization, which ensures high final strength and water resistance of the material. This hydration mechanism gives a concrete structure with minimal internal stresses and volume deformations. The article discusses the methodology for the selection of high-density packing of aggregate from concrete scrap in the destroyed building and construction of Iraq. It is shown that the strength of the obtained samples with compacted aggregate is 31,3 % higher than that of samples prepared in the traditional way.

Keywords: construction waste, high-density packaging, fragments of destroyed buildings and structures in Iraq, concrete scrap.

REFERENCES

1. Lesovik V.S. Genetic principles of energy conservation in the building materials industry [Geneticheskie osnovy energosberezheniya v promyshlennosti stroitel'nykh materialov]. Proceedings of the higher educational institutions. Building. 1994. No. 7–8. Pp. 96–100.
2. Tolstoy A.D., Lesovik V.S., Milkina A.S. Structural features of new generation concrete using technogenic material [Osobennosti struktury betonov novogo pokoleniya s primeneniem tekhnogennykh materialov]. Bulletin Sibadi. Construction and architecture. 2018. Vol.15, No. 4 (62). Pp. 588–595. (rus)
3. Chernysheva N.V., Lesovik V.S. Quick-hardening composites based on waterproof gypsum binders [Bystrotverdeyushchie kompozity na osnove vodostojkikh gipsovykh vyazhushchih]. Belgorod: Pub. BSTU, 2011. 123 p. (rus)
4. Gridchin A.M., Lesovik V.S. On the problem of studying the system "man-environment-matter" [K probleme issledovaniya sistemy «chelovek-sreda-materiya». 12. Ibaus. International Building Materials Conference. Weimar, 1994.
5. Frantov G.S. Geology and a live nature. (Organization levels of matter, bionics and geonics, cells and gas-liquid inclusions) [Geologiya i zhivaya priroda : (Urovni organizatsii veshchestva, bionika i geonika, kletki i gazovo-zhidkie vklyucheniya]. Leningrad: Nedra, 1982. 145 p. (rus)
6. Shahidan S., Bunnori N.M., Md Nor N., Basri S.R. Damage severity evaluation on reinforced concrete beam by means of acoustic emission signal and intensity analysis. 2011 IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications. 2011. Pp. 337–341.
7. Ortiz O., Pasqualino J.C., Castells F. Environmental performance of construction waste: comparing three scenarios from a case study in Catalonia, Spain. J. WasteManag. 2010. 30 (4). Pp. 7–12.
8. Shahidan S., Isham I., Jamaluddin N. A Review on Waste Minimization by Adopting in Self Compacting Concrete. MATEC Web Conf. 2016. Vol. 47.
9. Tumadhir M.B. Effect of Using Recycled Lightweight Aggregate on the Properties of Concrete. Journal of Babylon University. Engineering Sciences. 2015. No. 2. Vol. 23.
10. Medina C., Zhu W., Howind T., Rojas M., Frias M. Influence of mixed recycled aggregate on the physical and mechanical properties of recycled concrete. J. Clean. 2014. Prod. 68, 216e225.
11. Kharkhadin A.N. Methods for producing high-density compositions of granular raw materials [Sposoby polucheniya vysokoplotnykh sostavov zernistogo syr'ya]. Proceeding from universities. Construction. Novosibirsk. Pub. in Ngasu. 1996. No.10. Pp. 46–60. (rus)
12. Suleymanova L.A., Lesovik V.S., Suleymanov A.G. Non-autoclaved aerated concrete on composite binders [Neavtoklavnye gazobetonny na kompozitsionnykh vyazhushchih]. Belgorod: CON-STANT, 2010. 152 p. (rus)
13. Abdul Rahim M., Ibrahim N.M., Idris Z., Ghazaly Z.M., Shahidan S., Rahim N.L., Sofri L.A., Isa N.F. Properties of Concrete with Different Percentage of the Rice Husk Ash (RHA) as Partial Cement Replacement. Mater. Sci. Forum. 2014. Vol. 803. Pp. 288–293.
14. Andreu G.C., Miren E. Effects of using recycled concrete aggregates on the shrinkage of high performance concrete. Construction and Building Materials, 2016. Vol. 115.
15. Lesovik V.S., Kharkhardin A.N., Anokhin S.A. On the problem of optimizing the particle size distribution of sand in the production of sandy concrete [K probleme optimizatsii granulometricheskogo sostava peska pri proizvodstve peschanykh betonov. Sbornik tezisov dokladov]. Collection of Abstracts. Tr. Int. Scientific and technical. Conferences. Stary Oskol. pub. MISISI branch, 1999. Pp. 29–31. (rus)
16. Kharkhardin A.N. Effective compositions of aggregate concrete [Effektivnye sostavy zapolnitelya betonog]. Proceeding from universities. Construction.-Novosibirsk.-Pub. NGASU. 1997. No. 5. Pp. 21–25. (rus)

Information about the authors

Lesovik, Ruslan V. DSc, professor. E-mail: ruslan_lesovik@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Tolsto, Alexander D. PhD, Assistant professor. E-mail: tad56@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Albo Ali Wathiq S. Postgraduate student. E-mail: walboali@yahoo.com. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 44.

Ahmed, Ahmed A.A. Postgraduate student. E-mail: civileng85@yahoo.com. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 44.

Kharkhardin, Anatoly N. DSc, professor. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Alaskhanov, Arbi K. PhD, Assistant professor. E-mail: alasxanov.arbi@mail.ru. Grozny State Oil Technological University named after Acad. M.D. Millionschikova Chechenia R., Gudermes, st. Groznenskaya, d. 33

Aimenov, Zhambul T. DSc, professor. E-mail: zhambul_ukgu@mail.ru. South Kazakhstan State Technological University named after M. Auezova Kazakhstan R., 160012, Shymkent, Tauhe Khan Ave. 5.

Received 09.12.2019

Для цитирования:

Аль-Бу-Али У.С., Лесовик Р.В., Хархардин А.Н., Толстой А.Д., Ахмед А.А.А., Аласханов А.Х., Айменов Ж.Т. Расчет и подбор зернового состава заполнителя из бетонного лома высокоплотной упаковки // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 18–28. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-18-28

For citation:

Albo Ali W.S., Lesovik R.V., Kharkhardin A.N, Tolstoy A.D., Ahmed A.A.A., Alaskhanov A.K, Aimenov Z.T. Calculation and selection of the high density aggregates from concrete scrap. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 18–28. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-18-28

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-29-39

^{1,*}Гразданкин А.А., ¹Иванченко В.Т., ²Письменский А.В.¹Кубанский государственный технологический университет²Кубанский государственный университет

*E-mail: grazhdankin.aa@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩУЮ КОНСТРУКЦИЮ

Аннотация. В настоящее время основным направлением энергосбережения в массовом строительстве является энергоэффективность конструктивных и объемно-планировочных решений зданий и сооружений. Для оценки теплотехнических качеств ограждения необходимо знать не только величину сопротивления теплопередачи, но также температуры в любой плоскости ограждения при заданных значениях температур воздуха с одной и с другой стороны ограждения. Для понимания и описания процессов теплопередачи, а также определения распределения температуры внутри ограждающих конструкций Табуничиковым Ю.А. и Бродач М.М. была выведена математическая модель теплопередачи через ограждающую конструкцию. При рассмотрении одномерного переноса тепла перпендикулярно поверхности стены на внутренних границах между разнородными материалами ограждающей конструкции предполагается непрерывность функций температуры $T(x)$ и теплового потока $Q(x)$. В статье приведено аналитическое и численное решение краевой задачи для стационарной теплопередачи через многослойную ограждающую конструкцию, а также сравнение полученного решения с действующей нормативной документацией. Было проведено экспериментальное исследование в лаборатории для сравнения теоретического, полученного в математической модели теплопередачи, приведенной в статье, и экспериментального распределения температур, которое показало большую сходимость результатов и подтвердило верность математической модели.

Ключевые слова: сопротивление теплопередаче, теплопроводность материала, тепловой поток, теплопередача, математическая модель теплопередачи, распределение температуры.

1. Введение. В современном мире главным направлением новых технологий – является стремление к уменьшению вредных выбросов в атмосферу и сокращение использования невозобновляемых энергетических ресурсов. Один из важнейших факторов, влияющих на объемы выбросов – это сжигание топлива для получения энергии на отопление и выработки электричества. В ответ на этот вызов появились энергосберегающие технологии, которые позволяют уменьшить затраты энергии на эксплуатацию зданий и сооружений. При использовании этих технологий затраты внешней энергии на поддержание комфортного микроклимата в помещении минимизируются, а при применении технологий «пассивного» домостроительства стремятся к нулю. Для определения минимальных затрат на отопление и кондиционирование здания необходимо точно знать сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции, а также распределение температуры в ее толще.

2. Теоретическая часть

2.1. Общая модель теплопередачи через ограждающие конструкции

В общем случае ограждающие конструкции являются *неоднородными* и могут содержать вентилируемые или замкнутые воздушные прослойки, а также *источники тепла*. Процесс передачи тепла, в общем случае, является *нестационарным*. При определении математической модели теплопередачи через ограждающую конструкцию будем считать:

- теплотехнические характеристики материалов слоев не зависят от влажности и температуры материала;

- влияние откосов оконного проема, стыков, наружных углов, теплопроводных включений на деформацию температурного поля ограждения корректируется с помощью введения эквивалентных теплотехнических показателей, так что температурное поле конструкции можно считать одномерным;

- теплопередача через конструкцию происходит за счет теплопроводности и фильтрации воздуха;

- имеют место потери (выделения) тепла, связанные с замерзанием (таянием) влаги в материале.

С учетом принятых допущений уравнение теплопроводности для конструкции можно записать в виде [3]:

$$\frac{\partial \tilde{H}}{\partial t} = \operatorname{div} \lambda \nabla T \pm c_R J_F \frac{\partial T}{\partial x} + Q_{\text{sou}}, \quad (1)$$

где

$$\tilde{H} = \int_0^T [c\rho + \delta(\xi - T^*)i_{\text{mel}}w\rho_w L] d\xi,$$

T^* – температура фазового перехода вода–лед, °C; L – льдистость материала, доли единицы; w – весовая влажность материала, доли единицы; ρ_w – плотность воды, кг/м³; i_{mel} – удельная теплота фазового перехода, Дж/кг; $\delta(\xi - T^*)$ – дельта-функция Дирака; J_F – расход воздуха через единицу поверхности ограждения, кг/(м²·ч); Q_{sou} – удельная мощность источников тепла в ограждении, Вт/м³; C_R – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°C); c, ρ – соответственно удельная теплоемкость в Дж/(кг·°C) и плотность материалов слоев ограждения, кг/м³.

Граничное условие на внутренней поверхности ограждения включает количество тепла, передаваемого поверхностью теплопроводностью, количество тепла, воспринимаемого поверхностью в результате лучистого и конвективного теплообмена, источники тепла, обусловленные фазовыми переходами. Граничное условие на наружной поверхности ограждения включает количество тепла, передаваемого поверхностью теплопроводностью, количество тепла, воспринимаемое поверхностью в результате конвективного теплообмена с наружным воздухом, лучистого теплообмена с «окружением», а также источники тепла, обусловленные солнечной радиацией, поглощенной поверхностью, и фазовыми переходами на поверхности. Оба условия имеют достаточно громоздкое математическое выражение [3].

В большинстве случаев для расчета теплоизолирующих свойств ограждающих конструкций можно пренебречь льдистостью и воздухопроницаемостью материала, а также источниками тепла [1]. Вышеприведенная модель при этом существенно не теряет в адекватности, зато значительно упрощается, что немаловажно для инженерных расчетов. Нестационарный теплоперенос при этих допущениях описывается «классическим» уравнением теплопроводности [4], которое в отсутствии источников тепла имеет вид:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \operatorname{div} \lambda \nabla T. \quad (2)$$

Добавляя к этому уравнению граничные условия 1-го рода, с использованием формулы определения температуры на внутренней поверхности и аналогичной формулы для наружной поверхности стены [1], получим достаточно простую краевую задачу.

Для многослойных ограждающих конструкций так же необходимо учесть различные коэффициенты теплопроводности, удельной теплоемкости и плотности материалов различных слоев ограждающей конструкции.

3. Краевая задача для стационарной теплопередачи через трёхслойную ограждающую конструкцию

3.1. Постановка задачи

Ограждающая конструкция представляет собой плоскую железобетонную стену толщиной H , содержащую внутри слой утеплителя (рис. 1). Воздух внутри помещения имеет известную температуру $t_в$, наружная температура воздуха – t_n . Прилегающие поверхности стены, соответственно, имеют температуры $T_в$ и T_n , которые можно рассчитать, зная внутренние и наружные коэффициенты теплоотдачи. В качестве утеплителя выбран материал «пеноплэкс».

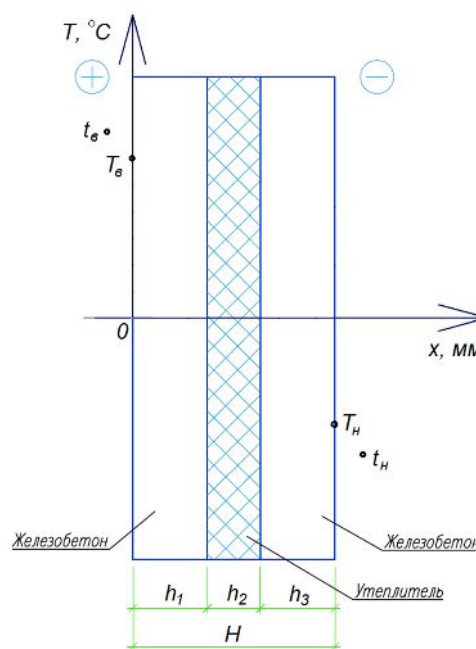


Рис. 1. Структура ограждающей конструкции

Требуется рассчитать распределение температуры внутри конструкции при следующих допущениях.

Оба материала предполагаются однородными. Толщина стены H намного меньше ее высоты и ширины, поэтому достаточно рассмотреть одномерный перенос тепла перпендикулярно поверхности стены. Процесс теплопередачи считается установившимся, то есть, рассматривается стационарная задача. Льдистость и воздухопроницаемость материала, а также источники тепла внутри строительных материалов пренебрежимо малы.

3.2. Математическая модель

Математическая модель теплопереноса в вышеуказанных условиях представляет собой краевую задачу со стационарными уравнениями теплопроводности:

$$\frac{d}{dx} \left(\lambda_в \frac{dT}{dx} \right) = 0, \quad \frac{d}{dx} \left(\lambda_n \frac{dT}{dx} \right) = 0. \quad (3)$$

где λ_6 и λ_n – коэффициенты теплопроводности бетона и утеплителя (пеноплекса), соответственно. Учитывая, что эти коэффициенты являются константами, имеем кусочно-линейное распределение температуры по оси x :

$$T(x) = \begin{cases} T_1(x) = a_1x + b_1, & \text{при } 0 \leq x < h_1, \\ T_2(x) = a_2x + b_2, & \text{при } h_1 \leq x < h_2, \\ T_3(x) = a_3x + b_3, & \text{при } h_2 \leq x \leq H. \end{cases} \quad (4)$$

Тогда тепловые потоки в рассматриваемых областях являются константами:

$$Q(x) = \begin{cases} Q_1(x) = -\lambda_6 \frac{dT_1}{dx} = -\lambda_6 a_1, & \text{при } 0 \leq x < h_1, \\ Q_2(x) = -\lambda_n \frac{dT_2}{dx} = -\lambda_n a_2, & \text{при } h_1 \leq x < h_2, \\ Q_3(x) = -\lambda_6 \frac{dT_3}{dx} = -\lambda_6 a_3, & \text{при } h_2 \leq x \leq H. \end{cases} \quad (5)$$

На внутренней поверхности стены согласно (7) имеем граничное условие Дирихле:

$$T(0) = T_1(0) = T_6 = t_6 - \frac{t_6 - t_n}{R_0 \alpha_6}. \quad (6)$$

Аналогично для наружной поверхности стены получим граничное условие

$$T(H) = T_3(H) = T_n = t_n + \frac{t_6 - t_n}{R_0 \alpha_n}. \quad (7)$$

На двух внутренних границах бетона и утеплителя предполагается непрерывность функций температуры $T(x)$ и теплового потока $Q(x)$.

Требуется найти $T(x)$ при $0 \leq x \leq H$, а именно – определить значения трех пар коэффициентов: $a_1, b_1; a_2, b_2; a_3, b_3$.

3.3. Аналитическое решение краевой задачи

Учитывая вид функции температуры (5), из граничных условий на внутренней и наружной поверхностях стены (6), (7), соответственно, имеем

$$b_1 = T_6, \quad (8)$$

$$a_3 H + b_3 = T_n. \quad (9)$$

Из непрерывности $T(x)$ на внутренних границах следует

$$a_1 h_1 + b_1 = a_2 h_1 + b_2, \quad (10)$$

$$a_2 (h_1 + h_2) + b_2 = a_3 (h_1 + h_2) + b_3. \quad (11)$$

Условие непрерывности потоков $Q(x)$ на внутренних границах позволяет получить два недостающих уравнения:

$$-\lambda_6 a_1 = -\lambda_n a_2, \quad (12)$$

$$-\lambda_n a_2 = -\lambda_6 a_3. \quad (13)$$

Уравнение (8) фактически представляет собой тождество, определяющее значение коэффициента b_1 . Из уравнений (12) и (13) следует равенство $a_1 = a_3$, позволяющее коэффициент a_1 также исключить из системы уравнений. В результате имеем невырожденную систему 4 линейных алгебраических уравнений с 4 неизвестными – $a_2, b_2; a_3, b_3$. Решая эту систему относительно параметров задачи (автор использовал метод Гаусса), окончательно получаем расчетные формулы для определения коэффициентов, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Расчетные формулы коэффициентов функции температуры

Коэффициент a_i	Формула	Коэффициент b_i	Формула
a_1	$\frac{\lambda_n (T_n - T_6)}{(\lambda_6 - \lambda_n) h_2 + \lambda_n H}$	b_1	T_6
a_2	$\frac{\lambda_6 (T_n - T_6)}{(\lambda_6 - \lambda_n) h_2 + \lambda_n H}$	b_2	$T_6 - \frac{(\lambda_6 - \lambda_n)(T_n - T_6) h_1}{(\lambda_6 - \lambda_n) h_2 + \lambda_n H}$
a_3	$\frac{\lambda_n (T_n - T_6)}{(\lambda_6 - \lambda_n) h_2 + \lambda_n H}$	b_3	$\frac{(\lambda_6 - \lambda_n) T_n h_2 + \lambda_n T_6 H}{(\lambda_6 - \lambda_n) h_2 + \lambda_n H}$

Граничные значения температур T_6 и T_n рассчитываются по формулам (6) и (7), принимая величины коэффициентов α_6 и α_n по таблицам [СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»]. Значения коэффициентов теплопроводности бетона λ_6 взято из приложения Т [СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»], а пеноплекса λ_n взято на основании данных производителя, размещенных на официальном сайте производителя [5].

Расчетное распределение температуры $T(x)$ по толщине стены показано на рис. 2.

Тепловой поток при этом составляет $Q(x) = 12,298$ Вт/м².

Вычисления и построение графика выполнены с применением табличного процессора MS Excel (рис. 3).

Таблица 2

Значения параметров расчетных формул

$\lambda_b,$ Вт/(м·°C)	$\lambda_n,$ Вт/(м·°C)	$\alpha_b,$ Вт/(м ² ·°C)	$\alpha_n,$ Вт/(м ² ·°C)	$h_1,$ м	$h_2,$ м	$h_3,$ м	$H,$ м	$T_b,$ °C	$T_n,$ °C
1,92	0,033	8,7	23	0,14	0,1	0,14	0,38	20,59	-18,47

Таблица 3

Значения коэффициентов функции температуры

Коэффициент a_i	Значение, °C/м	Коэффициент b_i	Значение, °C
a_1	-6,405	b_1	20,590
a_2	-372,665	b_2	71,866
a_3	-6,405	b_3	-16,036

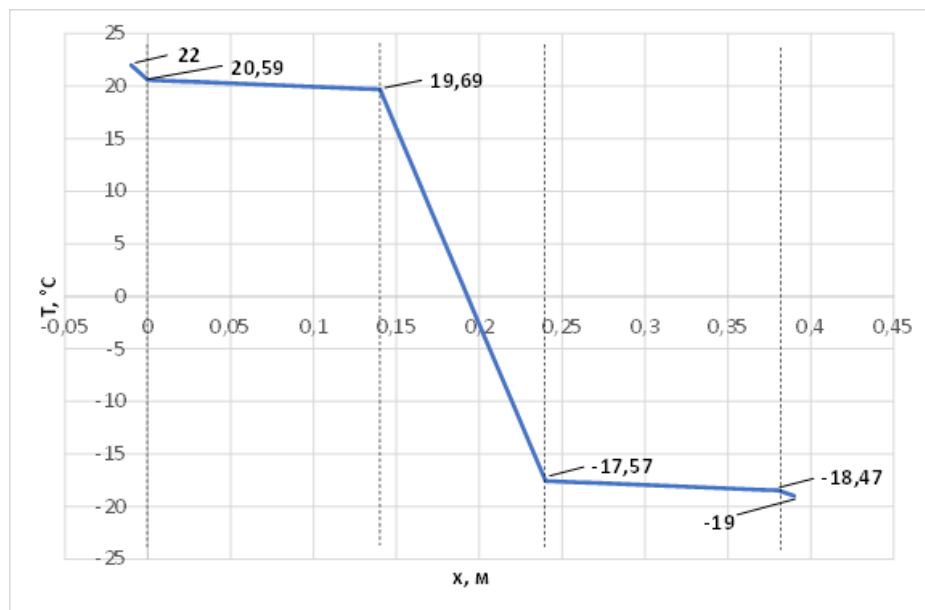


Рис. 2. Распределение температуры по толщине стены

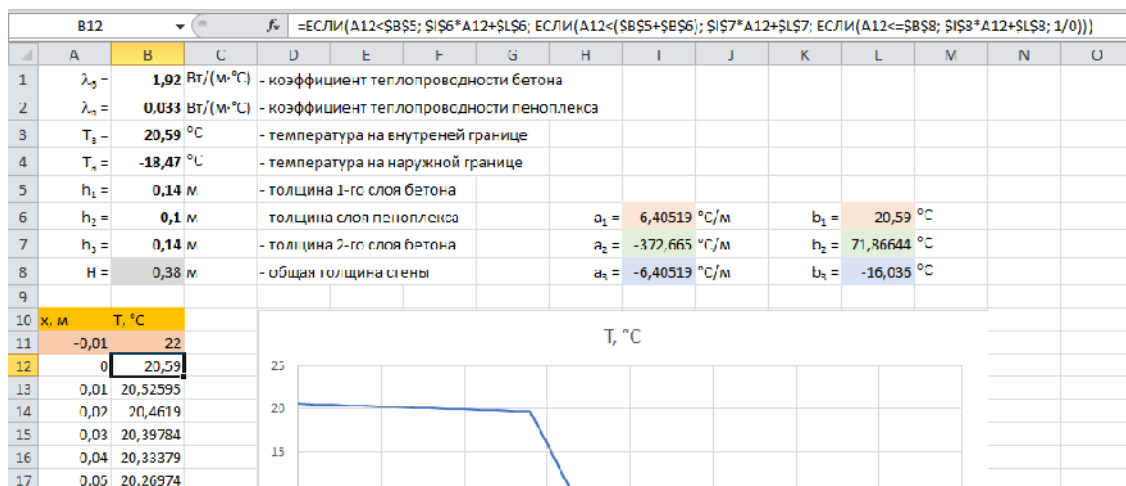


Рис. 3. Визуализация решения в MS Excel

3.4. Численное решение краевой задачи

Помимо аналитического решения проведено прямое численное моделирование теплопереноса, описываемого в каждом из 3 слоев стены уравнением (2) с соответствующими материалу коэффициентами теплопереноса λ , с граничными

условиями (6), (7). Моделирование проведено с использованием пакета COMSOL Multiphysics 5.3 (рис. 4).

Физические параметры бетона и пеноплекса взяты из источников, описанных выше, и приведены на рис. 5.

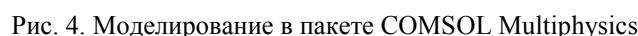


Рис. 5. Параметры расчета в COMSOL Multiphysics

распределение температуры, как и в аналитическом решении (рис. 6), тем самым подтверждает его корректность.

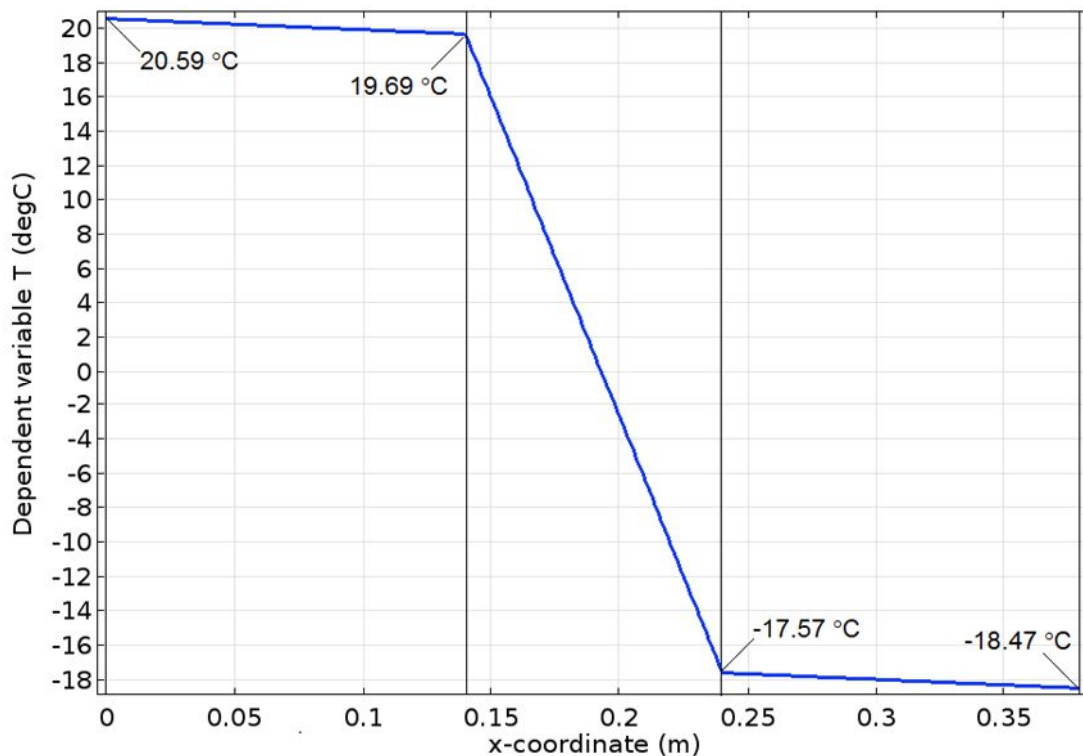


Рис. 6. Распределение температуры в результате моделирования в COMSOL Multiphysics

3.5. Сравнение решения краевой задачи с теплотехническим расчетом согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»

Для верификации полученных решений поставленная задача также решена методом, основанном на понятии термического сопротивления ограждения, изложенным в п. 1.1. Для автоматизации расчетов и визуализации решения использован табличный процессор MS Excel (рис. 7).

Полученное распределение температуры полностью повторяет график, представленный рисунком 2. Максимальная разность решений составляет $1,07 \cdot 10^{-14}$, то есть имеет порядок вычислительной погрешности ЭВМ, что еще раз подтверждает корректность полученного решения.

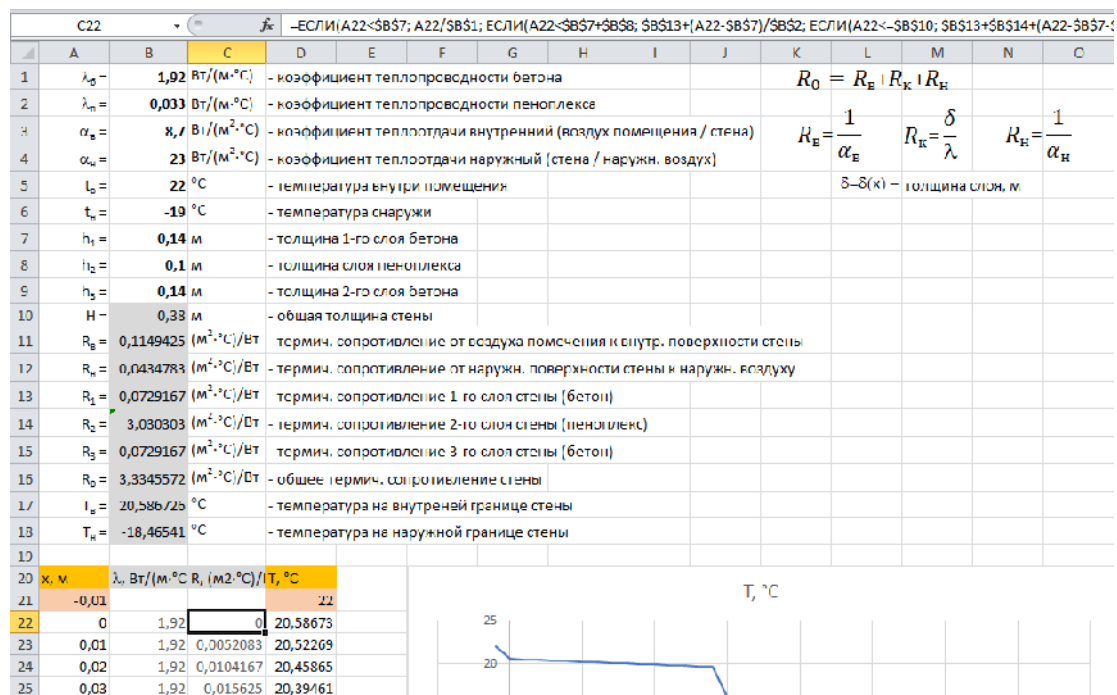


Рис. 7. Расчет распределения температуры в ограждении через термическое сопротивление в пакете MS Excel

4 Сравнение теоретического и экспериментального распределения температур

Для проверки полученных в математической модели данных был проведен эксперимент в лаборатории ФГБОУ ВО Кубанского Государственного Технологического Университета.

Для проведения эксперимента был изготовлен образец стены размером $1000 \times 1000 \times 380$ мм. Данные ограничения по геометрическим размерам связаны с материально-технической базой кафедры «Архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений» университета. Испытания проводились на климатической камере «тепло-холод-влага» М-40/80-1000-КТВХ. Образец представляет собой 3х слойную стену, состоящую из 2-х слоев железобетона толщиной 140 мм и утеплителя «Пеноплэкс» толщиной 100 мм расположенного между ними.

Температурно-влажностный режим со стороны теплой зоны поддерживался климатиче-

ской системой установленной в помещении лаборатории, любое воздействие воздушного потока на образец было исключено. Поддерживаемая температура в помещении составляла $+22$ °С. Температурно-влажностный режим со стороны холодной зоны поддерживался климатической камерой «тепло-холод-влага» М-40/80-1000-КТВХ выставленной на температуру -19 °С, что соответствует температуре наиболее холодной пятидневки в г. Краснодаре согласно СНКК 23-302-2000 «Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий нормативы по теплозащите зданий».

В толще стены располагались 5 температурных датчиков Dallas Instruments DS18B20, которые производят измерения температуры с точностью $\pm 0,5$ °С (в пределах от -10 до $+85$ °С). Два датчика находились на расстоянии 35 мм от наружных граней стены, два датчика на границе бетона и утеплителя и один датчик в центре утеплителя.



Рис. 8. Процесс изготовления макета наружной стены экспериментального здания

Со стороны теплой зоны распределение температуры и теплового потока по поверхности стены контролировали 5 датчиков температуры и 5 датчиков теплового потока, входящих в измерительный комплекс ИТП-МГ4.03/Х(У) «Поток».

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме». Все измерения проводились после установления стационарного теплового режима конструкции.

Результаты проведения испытаний показали следующие выводы: Температура на поверхности конструкции со стороны теплой зоны составляла $+21,2$ °С, что на 3 % отличается от резуль-

тата, полученного при математическом моделировании. Температура на первом датчике внутри конструкции стены составляла $+19,81$ °С, на втором датчике составляла $+18,5$ °С, на третьем $+0,45$ °С, на четвертом $-17,94$ °С и на пятом $-18,81$ °С, что в среднем на 3 % отличается от результата, полученного при математическом моделировании.

После проведения испытаний мы можем сделать вывод о том, что математическая модель, составленная в пункте 2 статьи верна и подтверждается результатами испытаний. Значения температур внутри стены, измеренные с помощью приборов, имеют отклонения от значений температур, вычисленных по формулам (7) и (8).

Основными причинами таких отклонений являются:

1. Повышенная воздухопроницаемость конструкции, в результате чего могут происходить изменения температурного поля, не учитываемые формулами (7) и (8).

2. Иные значения коэффициентов теплопроводности материалов конструкции по сравнению

с принятыми в расчет, что может происходить вследствие изменения влажности материалов и объемной массы от принятых.

Чем точнее совпадает действительное распределение температур в стене с вычисленными по расчету, тем ближе к стационарным условиям теплопередача через конструкции.



Рис. 9. Процесс проведения испытаний макета наружной стены экспериментального здания

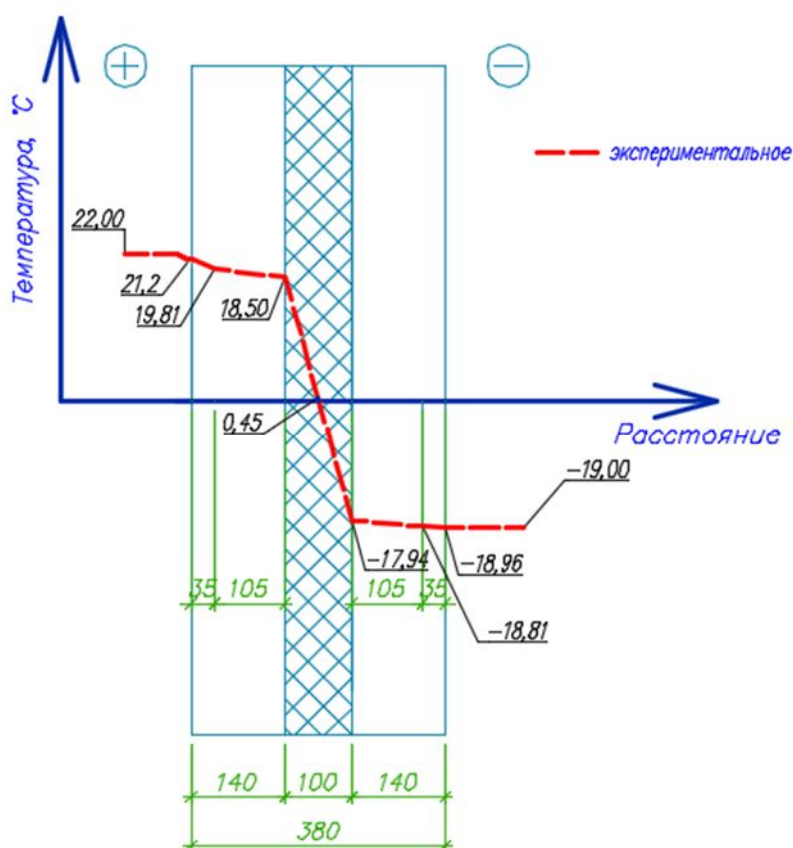


Рис. 10. Распределение температуры в конструкции, полученное в ходе испытаний

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толстова Ю.И., Шумилов Р.Н. Основы строительной теплофизики: учеб. пособие, Урал. федер. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2014. 106 с.
2. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. 9-е изд., стереотипное. М.: Изд-во МЭИ, 2009. 472 с.
3. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2015. 194 с.
4. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики: учебник для вузов. М.: Изд-во МГУ, Наука, 2004. 735 с.
5. Официальный сайт производителя ПЕНО-ПЛЭКС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.penoplex.ru/katalog/dlya-doma-i-kvartiry/penopleks/> (дата обращения: 29.09.2019)
6. Иванченко В.Т., Гражданкин А.А. Проектирование энергоэффективных зданий на примере здания «Городская вилла Edward» // Проектирование и строительство автономных, энергоэффективных зданий Сборник статей Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». Изд-во Аэтерна С. 90–96.
7. Данилов Н.Д., Федотов П.А., Докторов И.А. Определение приведенного термического сопротивления фрагмента неоднородной ограждающей конструкции в климатической камере // Жилищное строительство. 2018. №8. С. 35–39.
8. Андрейцева К.С. Особенности расчета температурных полей при проектировании ограждающих конструкций // Жилищное строительство. 2018. №6. С. 19–23.
9. Желдаков Д.Ю., Фролов А.А. Сегментный метод расчета распределения температуры по сечению ограждающей конструкции здания // Жилищное строительство. 2017. № 6. С. 36–39.
10. Неклюдов А.Ю. Расчет характеристик энергопотребления здания при определении трансмиссионных тепловых потерь // Жилищное строительство. 2016. № 7. С. 11–14.
11. Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учет тепло-технических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России и европейских странах // Строительные материалы. 2013. № 6. С. 14–16.
12. Умнякова Н.П., Бутовский И.Н., Чеботарев А.Г. Развитие методов нормирования теплозащиты энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. 2014. № 7. С. 19–23.
13. Умнякова Н.П. Теплопередача через ограждающие конструкции с учетом коэффициентов излучения внутренних поверхностей помещения // Жилищное строительство. 2014. № 6. С. 14–17.
14. Киселев И.Я. Влияние зависимости теплопроводности строительных материалов от температуры на сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций зданий // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31-2 (50). С. 42–45.
15. Самарин О.Д. Использование методики СП 50.13330.2012 для оценки зависимости тепло-технических показателей оболочки здания от его этажности // Жилищное строительство. 2016. № 4. С. 30–32.
16. Hou Hua Wang, Tao Zhang, Qiu Lian Xiao. Experimental Study of Energy Saving Effect of Building Envelope in Winter // Applied Mechanics and Materials (Vols. 121–126). 2011. Pp. 2741–2747.
17. Friess W.A., Rakhshan K., Hendawi T.A., Tajerzadeh S. Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy efficiency // Energy and Buildings. 2012. Vol. 44. Pp. 26–32.

Информация об авторах

Гражданкин Артем Андреевич, аспирант, старший преподаватель кафедры Архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений. E-mail: grazhdankin.aa@mail.ru. Кубанский государственный технологический университет. Россия, 350072, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2

Иванченко Владимир Тихонович, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений. E-mail: vladimir.ivanchenko.1945@mail.ru. Кубанский государственный технологический университет. Россия, 350072, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2

Письменский Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики. E-mail: archer812@mail.ru. Кубанский государственный университет. Россия, 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149

Поступила 06.10.2019

© Гражданкин А.А., Иванченко В.Т., Письменский А.В., 2020

^{1,*}Grazhdankin A.A., ¹Ivanchenko V.T., ²Pismensky A.V.¹Kuban State Technological University²Kuban State University

*E-mail: grazhdankin.aa@mail.ru

MATHEMATICAL MODELING OF HEAT TRANSMISSION THROUGH THE ENCLOSURE CONSTRUCTION

Abstract. Currently, the main direction of energy saving in mass construction is the energy efficiency of structural and space-planning solutions of buildings and structures. To evaluate the thermotechnical qualities of the enclosure, it is necessary to know the value of the heat transfer resistance and the temperature in any plane of the enclosure at given air temperatures on one and the other side of the enclosure. To understand and describe the processes of heat transfer, as well as to determine the temperature distribution inside the enclosing structures, Tabunshchikov Y.A. and Brodach M.M. derived a mathematical model of heat transfer through the enclosing structure. When considering one-dimensional heat transfer perpendicular to the wall surface at the internal borders between dissimilar materials of the building envelope, it is assumed that the temperature functions $T(x)$ and the heat flow $Q(x)$ are continuous. The article presents an analytical and numerical solution of a boundary value problem for stationary heat transfer through a multilayer enclosing structure, as well as a comparison of the obtained solution with the current regulatory documentation. An experimental study is conducted in the laboratory to compare the theoretical, obtained in the mathematical model of heat transfer given in the article, and the experimental temperature distribution, which shows greater convergence of the results and confirms the validity of the mathematical model.

Keywords: heat transfer resistance, thermal conductivity of the material, heat flux, heat transfer, mathematical model of heat transfer, temperature distribution.

REFERENCES

1. Tolstova Yu.I., Shumilov R.N. Fundamentals of building thermophysics: textbook. allowance. Ural. Feder. [Osnovy stroitel'noj teplofiziki] Yekaterinburg: Publishing House of the Ural University, 2014. 106 p. (rus)
2. Sokolov E.Ya. Heating and heating networks: a textbook for universities [Teplofikatsiya i teplovyie seti: uchebnik dlya vuzov]. 9th ed., Stereotyped. M.: Publishing House of MPEI, 2009. 472 p. (rus)
3. Tabunshchikov Yu.A., Brodach M.M. Mathematical modeling and optimization of thermal efficiency of buildings [Matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiya teplovoj effektivnosti zdaniy]. M.: ABOK-PRESS, 2015. 194 p. (rus)
4. Tikhonov A.N., Samarsky A.A. Equations of mathematical physics: a textbook for universities [Uravneniya matematicheskoy fiziki: uchebnik dlya vuzov]. M.: Publishing House of Moscow State University, Science, 2004. 735 p. (rus)
5. Official site of the manufacturer PENOPLEX [Oficial'nye sayt proizvoditelya PENOPLEKS]. URL: <https://www.penoplex.ru/katalog/dlya-doma-i-kvartiry/penopleks/> (accessed: 09/29/2019) (rus)
6. Ivanchenko V.T., Grazhdankin A.A. Designing energy-efficient buildings using the example of the City Villa Edward building [Proektirovanie energoefektivnykh zdaniy na primere zdaniya «Gorodskaya villa Edward»]. Design and construction of autonomous, energy-efficient buildings Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. FSBEI of HE "Kuban State Technological University". Aetern Publishing House S. 90-96. (rus)
7. Danilov N.D., Fedotov P.A., Doctors I.A. Determination of reduced thermal resistance of a fragment of a heterogeneous building envelope in a climate chamber [Opredelenie privedennogo termicheskogo soprotivleniya fragmenta neodnorodnoy ograzhdayushchey konstrukcii v klimaticheskoy kamere]. Housing construction. 2018. No. 8. Pp. 35–39. (rus)
8. Andrejceva K.S. Features of the calculation of temperature fields in the design of building envelopes [Osobennosti rascheta temperaturnykh polej pri proektirovanii ograzhdayushchih konstrukcij]. Housing. 2018. No. 6. Pp. 19–23. (rus)
9. Zheldakov D.Yu., Frolov A.A. Segment method for calculating the temperature distribution over the section of the building envelope [Segmentnyj metod rascheta raspredeleniya temperatury po secheniyu ograzhdayushchey konstrukcii zdaniya]. Housing construction. 2017. No. 6. Pp. 36–39. (rus)
10. Neklyudov A.Yu. Calculation of energy consumption characteristics of a building when determining transmission heat losses [Raschet harakteristik energopotrebleniya zdaniya pri opredelenii transmissionnykh teplovykh poter]. Housing construction. 2016. No. 7. Pp. 11–14. (rus)
11. Gagarin V.G., Dmitriev K.A. Accounting for heat engineering heterogeneities in assessing the thermal protection of building envelopes in Russia and European countries [Uchet teplotekhnicheskikh

ne odnorodnostej pri ocenke teplozashchity ograzhdayushchih konstrukcij v Rossii i evropejskih stranah]. Construction Materials. 2013. No. 6. Pp. 14–16. (rus)

12. Umnyakova N.P., Butovsky I.N., Chebotarev A.G. Development of methods for standardizing thermal protection of energy-efficient buildings [Razvitie metodov normirovaniya teplozashchity energoeffektivnyh zdaniy]. Housing construction. 2014. No. 7. Pp. 19–23. (rus)

13. Umnyakova N.P. Heat transfer through building envelopes taking into account emission factors of internal surfaces of a room [Teploperedacha cherez ograzhdayushchie konstrukcii s uchetom koefitsientov izlucheniya vnutrennih poverhnostej pomeshcheniya]. Housing construction. 2014. No. 6. Pp. 14–17. (rus)

14. Kiselev I.Ya. Influence of the dependence of the thermal conductivity of building materials on temperature on the heat transfer resistance of building envelopes [Vliyanie zavisimosti teploprovodnosti stroitel'nyh materialov ot temperatury na sopro-

tivlenie teploperedache ograzhdayushchih konstrukcij zdaniy]. Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture. 2013. No. 31-2 (50). Pp. 42–45. (rus)

15. Samarin O.D. Using the methods of the joint venture 50.13330.2012 to assess the dependence of the thermal performance of the building envelope on its number of storeys [Ispol'zovanie metodiki SP 50.13330.2012 dlya ocenki zavisimosti teplotekhnicheskikh pokazatelej obolochki zdaniya ot ego etazhnosti]. Housing construction. 2016. No. 4. Pp. 30–32. (rus)

16. Hou Hua Wang, Tao Zhang, Qiu Lian Xiao. Experimental Study of Energy Saving Effect of Building Envelope in Winter. Applied Mechanics and Materials (Vols. 121–126). 2011. Pp. 2741–2747.

17. Friess W.A., Rakhshan K., Hendawi T.A., Tajerzadeh S. Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy efficiency. Energy and Buildings. 2012. Vol. 44. Pp. 26–32.

Information about the authors

Grazhdankin, Artem A. Postgraduate student. Senior Lecturer. E-mail: grazhdankin.aa@mail.ru. Kuban State Technological University. Russia, 350072, Krasnodar, st. Moskovskaya, 2

Ivanchenko, Vladimir T. PhD, Professor. Head of the Department of Architecture of Civil and Industrial Buildings and Structures. E-mail: vladimir.ivanchenko.1945@mail.ru. Kuban State Technological University. Russia, 350072, Krasnodar, st. Moskovskaya, 2

Pismensky, Aleksandr V. PhD, Assistant professor. E-mail: archer812@mail.ru. Kuban State University. Russia, 350040, Krasnodar, st. Stavropolskaya, 149

Received 06.10.2019

Для цитирования:

Гражданкин А.А., Иванченко В.Т., Письменский А.В. Математическое моделирование теплопередачи через ограждающую конструкцию // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 29–39. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-29-39

For citation:

Grazhdankin A.A., Ivanchenko V.T., Pismensky A.V. Mathematical modeling of heat transmission through the enclosure construction. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 29–39. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-29-39

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-40-46

^{1,2}Пасечник И.Л., ^{2,3,*}Марушина Н.В.¹Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет²ООО «НИИПИ «Спецреставрация»³Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия имени Д.С. Лихачева

*E-mail: rvm_0307@mail.ru

РЯДОВАЯ ЗАСТРОЙКА КАК ЗНАЧИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИСТОРИКО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)

Аннотация. В условиях постоянно растущего уровня урбанизации историко-градостроительная среда является одним из самых изучаемых феноменов в современной теории и практике сохранения наследия. Произошедшее за последние десятилетия изменение парадигмы наследия и признание человека одной из важнейших составляющих системы его охраны способствуют развитию правового аппарата и разработке новых подходов к сохранению городов. На основе анализа международных и российских нормативных документов в статье прослеживается связь между трансформацией представлений о ценности урбанизированной территории как объекта наследия и эволюцией инструментария ее охраны, выявляется роль различных элементов среды в сохранении целостности городской ткани. При этом значимым элементом признается рядовая застройка, которая позволяет поддерживать культурную идентичность и одновременно развивать ценные характеристики среды, обеспечивая неизменность воспринимаемого образа города. Исторический центр Санкт-Петербурга, обладающий признанной на международном уровне архитектурной, градостроительной и нематериальной (ассоциативной, мемориальной) ценностью и в связи с этим включенный в Список всемирного наследия ЮНЕСКО, характеризуется исключительной целостностью и подлинностью исторической городской среды. Эти качества требуют особых, основанных на принципах устойчивости подходов к развитию территории, которые обеспечат поддержание целостности историко-градостроительной среды как элемента среды обитания человека.

Ключевые слова: историко-градостроительная среда, исторический городской ландшафт, рядовая застройка, сохранение исторической среды, ценность, целостность, подлинность.

Введение. Под влиянием ускорения процессов урбанизации и вызванных этим поисков действенных инструментов охраны городского наследия историко-градостроительная среда как «комплексно воспринимаемое выражение архитектурно-планировочной структуры» [1] оказывается одним из самых изучаемых феноменов в современной теории и практике охраны наследия.

Задачи и пути сохранения исторических поселений, а также значимость тех или иных составляющих городской среды изучались многими отечественными и зарубежными специалистами. Особенную актуальность эти исследования приобрели в XX веке в связи с активизацией роста городов, которая довольно часто и небезосновательно воспринималась как угроза наследию.

Упорядоченность элементов исторической городской среды в пространстве и постоянный контакт с человеком делают саму среду уникальным объектом исследования. И в этом смысле она вызывает интерес не только с точки зрения истории развития архитектуры и градостроительства, но и как особое сочетание пространственно-временных характеристик, при взаимодействии с

которыми каждый оказывается носителем собственного представления о ценности того или иного элемента среды.

Признание зависимости между ценностью, приписываемой объекту, и стремлением к его сохранению [2–7], а также ставшая все более очевидной необходимость комплексной охраны окружающей среды [8–10] не только дали толчок развитию юридического инструментария и разработке новых подходов в области сохранения городов, но также поставили человека в центр международной системы охраны наследия.

Основная часть. Сегодня человек с его потребностями и представлениями по-прежнему оказывается мерой всех вещей. И все чаще специалисты обращают внимание на сложность структуры ценности наследия, которая понимается больше не как некоторая внутренняя особенность объекта, которая может быть определена только на основании экспертной оценки [11], но как совокупность материальных и нематериальных характеристик, признаваемых различными людьми или группами людей. Это стало причиной внедрения в практику охраны наследия подходов, получивших название социально ориенти-

рованного (people-centered approach) и ценностного (value-based approach) подходов, а также устойчивого комплексного сохранения (sustainable integrated conservation). Как следствие, в настоящее время деятельность, связанная с защитой наследия, включает «не только охрану материальных ценностей, но также обеспечение безопасности и совместное использование наследия для улучшения жизни людей и окружающей среды» [12]. В связи с этим одной из задач становится использование нового понимания ценности и связанной с этим роли человека в качестве основы для формирования правового поля в области охраны наследия.

Окружающая среда определяется федеральным законодательством как соединение «компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных, а также антропогенных объектов» (Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», статья 1). Понятие «окружающая среда» по своему содержанию сближается с понятием «среда обитания человека», под которой понимается «совокупность объектов, явлений и факторов окружающей (природной или искусственной) среды, определяющая условия жизнедеятельности человека» (Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», статья 1).

Историко-градостроительная среда, объединяющая различные – природные и рукотворные, материальные и нематериальные – элементы и, таким образом, определяющая условия повседневной жизни людей, является одной из составляющих окружающей человека среды и среды его обитания. Особенность такой среды заключается также в способности быть источником эстетических и мировоззренческих переживаний, а образующих ее ценных и рядовых объектов – оказываться для человека «повседневными ориентирами в предметной и социальной действительности» [13]. Поэтому в современном мире сохранение историко-градостроительной среды включает также и поддержание сложившихся в обществе представлений о ценности среды. И все это вместе составляет то, что принято называть культурной идентичностью, которая определяет характер взаимодействия человека и среды на местном, региональном и национальном уровнях. Представляя собой «тот “каркас”, тот “иммунитет”, которые вырабатывает каждая из культур в процессе диалога с другими культурами» [14], культурная идентичность оказывается также и основой для определения подходов к регламентации процессов сохранения и развития самой культурной среды.

Формирование механизмов правового регулирования охраны историко-градостроительной среды происходило постепенно и двигалось от решения задач сохранения отдельного объекта к защите исторически сложившегося городского ландшафта. Это новое представление об охраняемом объекте было закреплено в целом ряде нормативных и рекомендательных документов, большая часть которых направлена на выделение ценных качеств градостроительной среды, а также способов ее сохранения, регенерации и развития.

Постепенное движение от понимания необходимости защиты городского ландшафта наравне с природным [15] через осознание важности координации процессов социально-экономического развития урбанизированных территорий и сохранения культурного наследия [16], а также признание ценности рядовых исторических объектов и значения наследия как одного из факторов развития [17] привело к рассмотрению исторических городских районов в неразрывной связи со сложившимся природным и рукотворным контекстом и далее – к определению охраняемых параметров городской среды. Эти параметры включают внешний вид города, который обусловлен его планировочной и объемно-пространственной структурой; соотношение между различными городскими пространствами (застроенными, свободными и озелененными); форму и облик зданий, включая объем, стиль, масштаб, материалы, цвет и декоративные элементы; отношение между городом и его природным или созданным человеком окружением; различные особенности города, приобретенные им на протяжении исторического развития [18].

Поворотной точкой в развитии международной системы охраны наследия стало признание изменений неотъемлемой частью жизни исторических городов и понимание необходимости управления такими изменениями. Эти положения составили основу таких международных актов, как Венский меморандум «Всемирное наследие и современная архитектура – управление историческим городским ландшафтом», Рекомендация об исторических городских ландшафтах и Принципы Валлетты по сохранению исторических городов и управлению историческими городами и урбанизированными территориями. С этого момента возможность пространственного преобразования и его управляемость стали отличительными признаками устойчивого развития города [19].

К числу наиболее универсальных инструментов охраны историко-градостроительной среды можно отнести Список всемирного наследия ЮНЕСКО, который объединяет памятники

культуры и природы, обладающие выдающейся универсальной ценностью, целостностью и, в случае с культурным наследием, подлинностью. Задачи сохранения, использования, охраны и популяризации объектов всемирного наследия, к числу которых относятся и исторические города, определяются международными конвенциями, рекомендациями и хартиями.

Отечественный инструментарий охраны исторической городской среды и ее элементов достаточно обширен, при этом каждый из инструментов имеет свои специфические особенности. Охранное зонирование подразумевает сохранение исторической среды как части процесса обеспечения сохранности объектов культурного наследия. В случае признания городской территории историческим поселением, элементы исторической среды становятся частью его предмета охраны. Отнесение центров исторических поселений или фрагментов градостроительной планировки и застройки к достопримечательным местам также предполагает охрану градостроительного наследия в составе предмета охраны.

Сегодня историческая фоновая застройка признается одним из ключевых элементов городского ландшафта, не уступающим по степени значимости памятникам архитектуры, а ее утрата «подчас приводит к искажению облика города, вполне соизмеримому с тем уроном, который наносится разрушением самих памятников и ансамблей» [20]. Это ставит вопрос о роли рядовых элементов среды в поддержании целостности и подлинности исторической городской ткани, а также допустимость и регламентация новых включений в нее.

Однако ни один из существующих юридических инструментов охраны градостроительного наследия не предусматривает необходимость разработки детализированных требований к сохранению рядовой застройки – исторических зданий, не являющихся памятниками, а также «не учитывает возможность преобразований в том смысле, в котором международными документами изменения признаются одной из составляющих жизни города» [19].

Помимо прочего, этому способствует отсутствие единого определения такого понятия, как «историческая городская среда», по-разному трактуемого в нормативных документах: городская среда, сложившаяся в районах исторической застройки (СП 42.13330.2011. Свод правил. Градостроительство, Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*); окружающая среда (Градостроительный кодекс Российской Федерации); историко-культурная среда обитания, историко-градостроительная или природная среда

объекта культурного наследия, градостроительная среда и историческая среда объекта культурного наследия (Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»).

Понятия «историческое здание» и «фоновая или рядовая застройка» также не имеют юридического закрепления в нормативных документах федерального уровня. Кроме того, до настоящего времени в научно-методической литературе отсутствуют общепринятые критерии определения ценности объектов застройки.

Вместе с тем в условиях быстрого роста городов все более острым оказывается вопрос эффективности существующих инструментов охраны в отношении целостной городской среды как объекта наследия. Это особенно актуально для Санкт-Петербурга, представляющего собой уникальный по своим качествам исторический городской ландшафт.

Историко-градостроительная среда Санкт-Петербурга характеризуется целостностью и подлинностью ключевых составляющих – устойчивой планировочной структуры; архитектурной среды, образованной как памятниками и ансамблями, так и рядовой застройкой; сохранившихся визуальных связей между различными элементами городского ландшафта и особенностей восприятия сложившихся видов и панорам.

Именно эти особенности послужили основанием для включения Санкт-Петербурга в Список всемирного наследия. Благодаря усилиям поколений градостроителей, архитекторов и реставраторов, сегодня исторический центр города образует единый организм, развитие которого определено изначально сложившимися принципами организации среды [21, 22]. Это касается всех элементов, составляющих городскую ткань, и является основанием для выделения градостроительного генетического кода Санкт-Петербурга [23, 24].

Историко-градостроительная среда Санкт-Петербурга насыщена объектами культурного наследия, однако ее целостность обеспечивается, прежде всего, окружающей их рядовой исторической застройкой, которая в упрощенном виде воспроизводит принципы построения и качества памятников. Это же характерно для формирования видов городского ландшафта в целом, что позволяет говорить о самой среде практически как о самоподобной или приближенно самоподобной структуре, главными отличительными чертами которой являются повторяемость и типизация.

Небуквальное повторение характеристик

ключевых элементов среды – памятников, панорам набережных Невы как главного городского пространства – позволяет также говорить об иерархичности ее структуры.

Сочетание перечисленных особенностей – повторяемости, типизации и иерархичности – формирует у человека ощущение однородности окружающей его архитектурно-градостроительной среды.

Воспринимаемая человеком целостность пространства основана также на устойчивости, неизменности образа города, района, квартала, поскольку «у каждого поколения есть свои ориентиры и отправные точки» [25] и, как следствие, принципиальное значение в Санкт-Петербурге приобретают скорость и масштабы происходящих преобразований, а также способность новых объектов, включаемых в историческую среду, к поддержанию высокого уровня контекстного соответствия сформировавшемуся архитектурному окружению и ориентации на характеристики исторической застройки.

Помимо памятников архитектуры и исторических зданий (в терминологии Закона Санкт-Петербурга от 19.01.2009 № 820-7 «О границах объединенных зон охраны объектов культурного наследия, расположенных на территории Санкт-Петербурга, режимах использования земель и требованиях к градостроительным регламентам в границах указанных зон»), одним из элементов среды Санкт-Петербурга, важных для поддержания целостности, является рядовая неисторическая застройка. По отношению к ценным элементам среды – памятникам архитектуры и историческим зданиям – такая застройка может быть названа «дополнительной» [26] или «контекстуальной» [27, 28] архитектурой. При этом термин «дополнительная архитектура» представляется более соответствующим задачам сохранения среды, предполагая подчиненное положение вновь включаемых объектов относительно исторического контекста.

Если памятниками и историческими зданиями локальная культурная идентичность формируется и поддерживается, то такая «дополнительная» неисторическая застройка способна развивать устойчивые ценные характеристики среды, не разрушая ее, но при этом и не становясь простой имитацией.

Выводы. Являясь одной из значимых составляющих городского ландшафта, рядовая застройка, как историческая, так и неисторическая, играет ключевую роль в формировании и поддержании ценных качеств среды, а также воспринимаемого образа исторического города. Сохранение градостроительного наследия Санкт-Петер-

бурга, требует подхода, основанного на принципе трансляции устойчивых закономерностей формирования среды на вновь развиваемые либо регенерируемые территории и воспроизведения основных ее параметров в масштабах, соответствующих характеристикам конкретной средовой зоны. Это делает актуальной разработку рекомендаций по регламентации деятельности, связанной с возможностью преобразования рядовой застройки в исторически сформировавшейся градостроительной среде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Девятова Ю.А. Комплексный подход к архитектурному проектированию в исторической городской среде // Архитектон: известия вузов. Март 2016. № 53. С. 48–52.
2. Beltrami L. La conservazione dei monumenti nell'ultimo ventennio. Dalla Nuova Antologia, Vol. XXXVIII, Serie III. Roma. Tipografia della camera dei deputati. 1892. 26 p.
3. Giovannoni G. Saggi sull'architettura del Rinascimento. Milano, 1931. 264 p.
4. Зитте К. Художественные основы градостроительства. Пер. с нем. Я. Крастиньша. М.: Стройиздат, 1993. 255 с.
5. Jokilehto J. A History of Architectural Conservation: The Contribution of English, French, German and Italian Thought towards an International Approach to the Conservation of Cultural Property / D.Phil Thesis. The University of York, England. Institute of Advanced Architectural Studies. September 1986. 466 p.
6. Рёскин Дж. Семь светочей архитектуры. Пер. с англ. М. Куренной, Н. Лебедевой, С. Сухарева. СПб: Азбука-классика, 2007. 320 с.
7. Riegl A. Le culte moderne des monuments. Son essence et sa genèse / Trad. de l'allemand par Daniel Wiczorek. Avant-propos de Françoise Choay. Paris: Éditions du Seuil, 1984. 123 p.
8. Bianca S. Historic cities in the 21st century: core values for a globalizing world / Managing Historic Cities. World Heritage Papers. 2010. № 27. Pp. 27–34.
9. Choay F. L'allégorie du patrimoine. Paris: Éditions du Seuil, 1999. 272 p.
10. Крогиус В.Р. Исторические города России как феномен ее архитектурного наследия. М.: Прогресс-Традиция, 2009. 312 с.
11. Thompson J., Ben Abed A. Deciding to shelter: values and the management context // Protective shelters for archeological sites. Proceeding of a Symposium. Herculaneum, Italy, 23-27 September 2013. Mosaikon. Pp. 13–40.
12. Patrimoine et bien-être: Quelles sont les composantes d'une bonne vie? // ICCROM. [Элек-

тронный ресурс]. URL: <https://www.icrom.org/fr/node/1994> (дата обращения: 17.02.2020).

13. Философский словарь. Под ред. И.Т. Фролова. 7-е издание, переработанное и дополненное. М.: Республика, 2001. 719 с.

14. Матузкова Е.П. Культурная идентичность: к определению понятия // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2014. Вып. 2. С. 62–68.

15. Recommendation concerning the Safeguarding of Beauty and Character of Landscapes and Sites (11 December 1962). [Электронный ресурс]. URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13067&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (дата обращения – 03.02.2020).

16. Recommendation concerning the Preservation of Cultural Property Endangered by Public or Private works (19 November 1968). [Электронный ресурс]. URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13085&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (дата обращения – 03.02.2020).

17. Recommendation concerning the Protection, at National Level, of the Cultural and Natural Heritage (16 November 1972). [Электронный ресурс]. URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13087&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (дата обращения – 03.02.2020).

18. Charte internationale pour la sauvegarde des villes historiques (charte de Washington 1987) (Octobre 1987). [Электронный ресурс]. URL: https://www.icomos.org/charters/towns_f.pdf (дата обращения – 03.02.2020).

19. Пасечник И.Л., Марушина Н.В. Категория ценности в теории и практике сохранения исторической городской среды (в контексте изучения рядовой исторической застройки) // Вестник

Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 9–19. doi: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-9-19.

20. Регамэ С.К., Брунс Д.В., Омеляненко Г.Б. Сочетание новой и сложившейся застройки при реконструкции городов. Центр. н.-и. и проект. ин-т по градостр.-ву. М.: Стройиздат, 1988. 143 с.

21. Вайтенс А.Г. Особенности градорегулирования в Петрограде – Ленинграде: формирование внутригородской системы управления. В кн.: Советское градостроительство. 1917-1941. М.: Прогресс-традиция, 2018. С. 387–420.

22. Семенцов С.В., Акулова Н.А. Формирование Санкт-Петербургской агломерации в XVIII веке // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 11. С. 61–75. doi: 10.12737/article_5bf7e355cd3de1.12294639.

23. Мангушев Р.А., Новоходская Н.С., Дацик Т.А., Кондратьева Л.Н. Петербургский «генетический код». Век XVIII и век XXI // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 5 (76). С. 33–40. doi: 10.23968/1999-5571-2019-16-5-33-40.

24. Лавров Л.П., Молоткова Е.Г., Перов Ф.В. Морфотипы кварталов исторического центра Санкт-Петербурга // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 4. С. 52–59. doi: 10.22337/2077-9038-2019-4-52-59.

25. Перов В.Ф. Влияние морфологии архитектуры исторического города на проблемы идентификации городской среды // Архитектура, градостроительство и дизайн. 2015. № 6. С. 10–19.

26. Лихачев Д.С. Русская культура. М., 2000. 440 с.

27. Татарченко А.В. Средовой подход в архитектуре: от теории к реализации // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 9. С. 115–119. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=37170> (дата обращения: 20.02.2020).

Информация об авторах

Пасечник Игорь Леонидович, аспирант. E-mail: pasechnic_spr@inbox.ru. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4; генеральный директор. ООО «НИИПИ «Спецреставрация». Россия, 195299, Санкт-Петербург, ул. Киришская, д. 2, лит. А, ч. пом. 4-Н 38,2.

Марушина Наталья Владимировна, научный сотрудник. E-mail: gvm_0307@mail.ru. ООО «НИИПИ «Спецреставрация». Россия, 195299, Санкт-Петербург, ул. Киришская, д. 2, лит. А, ч. пом. 4-Н 38,2; старший научный сотрудник. Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия имени Д.С. Лихачева. Россия, 119072, Москва, Берсеневская наб., д. 18-20-22, стр. 3

Поступила 20.03.2020

© Пасечник И.Л., Марушина Н.В., 2020

^{1,2}**Pasechnik I.L.**, ^{2,3,*}**Marushina N.V.**¹*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*²*LLC «NIIPI «Spetsrestavratsiya»*³*Likhachev Russian Research Institute for Cultural and Natural Heritage***E-mail: rvm_0307@mail.ru***REGULAR BUILDING AS AN IMPORTANT ELEMENT OF THE HISTORICAL URBAN ENVIRONMENT (ON THE EXAMPLE OF SAINT PETERSBURG)**

Abstract. *In the context of an ever-increasing level of urbanization, the historical urban environment is one of the most studied phenomena in modern theory and practice of heritage conservation. The change in the paradigm of heritage that has taken place over the past decades and the recognition of man as one of the most important components of the heritage protection system contribute to the development of the legal apparatus and of new approaches to preserving cities. The article traces the relationship between the transformation of ideas about the value of an urbanized territory as an object of heritage and the evolution of its protection tools, reveals the role of various elements in maintaining the integrity of urban fabric based on analysis of international and Russian regulatory documents. The regular building is recognized as an element, which allows maintaining cultural identity and at the same time developing valuable characteristics of the historical environment, ensuring the invariability of the perceived image of the city. The historic centre of St. Petersburg, which has an internationally recognized architectural, urban and intangible (associative, memorial) values and is therefore inscribed on the UNESCO World Heritage List, is characterized by exceptional integrity and authenticity of the historical urban environment. These qualities require special and based on the principles of sustainability approaches to the development of the territory, which will ensure the maintenance of the integrity of the urban environment as an element of human environment.*

Keywords: *historical urban environment, historic urban landscape, regular building, conservation of historical environment, value, integrity, authenticity.*

REFERENCES

1. Devyatova Yu.A. A comprehensive approach to architectural design in historical city environments [Kompleksnyi podkhod k arkhitekturnomu proektirovaniyu v istoricheskoi gorodskoi srede]. *Arkhitkton: izvestiya vuzov*. 2016. No. 53. Pp. 48–52 (rus).
2. Beltrami L. La conservazione dei monumenti nell'ultimo ventennio. Dalla Nuova Antologia, Vol. XXXVIII, Serie III. Roma. Tipografia della camera dei deputati. 1892. 26 p.
3. Giovannoni G. Saggi sull'architettura del Rinascimento. Milano, 1931. 264 p.
4. Sitte C. Der Stadtebau nach seinen künstlerischen Grundsätzen [Khudozhestvennye osnovy gradostroitel'stva]. Moscow: Stroiizdat, 1993. 255 p. (transl. from Germ.).
5. Jokilehto J. A History of Architectural Conservation: The Contribution of English, French, German and Italian Thought towards an International Approach to the Conservation of Cultural Property. D.Phil Thesis. The University of York, England. Institute of Advanced Architectural Studies. September 1986. 466 p.
6. Ruskin J. The Seven Lamps of Architecture [Sem' svetochei arkhitektury]. St. Petersburg: Azbuka-klassika, 2007. 320 p. (rus)
7. Riegl A. Le culte moderne des monuments. Son essence et sa genèse / Trad. de l'allemand par Daniel Wiczorek. Avant-propos de Françoise Choay. Paris: Éditions du Seuil, 1984. 123 p.
8. Bianca S. Historic cities in the 21st century: core values for a globalizing world / Managing Historic Cities. World Heritage Papers. 2010. No. 27. Pp. 27–34.
9. Choay F. L'allégorie du patrimoine. Paris: Éditions du Seuil, 1999. 272 p.
10. Krogus V.R. Historical cities of Russia as a phenomenon of its architectural heritage [Istoricheskie goroda Rossii kak fenomen ee arkhitekturnogo naslediya]. Moscow: Progress-Traditsiya, 2009. 312 p. (rus).
11. Thompson J., Ben Abed A. Deciding to shelter: values and the management context. Protective shelters for archeological sites. Proceeding of a Symposium. Herculaneum, Italy, 23-27 September 2013. Mosaikon. Pp. 13–40.
12. Patrimoine et bien-être: Quelles sont les composantes d'une bonne vie? ICCROM. URL: <https://www.iccrom.org/fr/node/1994>.
13. Frolov I.T. (Ed.). Philosophical dictionary [Filosofskii slovar']. 7-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. M.: Respublika, 2001. 719 p. (rus).
14. Matuzkova E.P. Cultural identity: on the definition of a concept [Kul'turnaya identichnost': k opredeleniyu ponyatiya]. *IKBFU's Vestnik. Ser. Philology, Pedagogy, and Psychology*. 2014. Issue 2. Pp. 62–68. (rus)
15. Recommendation concerning the Safeguarding of Beauty and Character of Landscapes and Sites (11 December 1962). URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13067&URL_DO=DO_TOPIC&URL_S

ECTION=201.html.

16. Recommendation concerning the Preservation of Cultural Property Endangered by Public or Private works (19 November 1968). URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13085&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html.

17. Recommendation concerning the Protection, at National Level, of the Cultural and Natural Heritage (16 November 1972). URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13087&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html.

18. Charte internationale pour la sauvegarde des villes historiques (charte de Washington 1987) (Octobre 1987). URL: https://www.icomos.org/charters/towns_f.pdf.

19. Pasechnik I.L., Marushina N.V. Value category in theory and practice of conservation of historical urban environment [Kategoriya tsennosti v teorii i praktike sokhraneniya istoricheskoi gorodskoi sredy (v kontekste izucheniya ryadovoi istoricheskoi zastroiki)]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 9–19. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-9-19. (rus).

20. Regame S.K., Bruns D.V., Omel'yanenko G.B. The combination of new and existing buildings in the reconstruction of cities [Sochetanie novoi i slozhivsheysya zastroiki pri rekonstruktsii gorodov]. Tsentr. n.-i. i proekt. in-t po gradostroyvu. Moscow: Stroizdat, 1988. 143 p. (rus)

21. Vaitens A.G. Features of urban regulation in Petrograd – Leningrad: the formation of an intracity management system [Osobennosti gradoregulirovaniya v Petrograde – Leningrade: formirovaniye

vnutrigorodskoi sistemy upravleniya]. In.: Soviet urban development [Sovetskoe gradostroitel'stvo]. 1917-1941. Moscow: Progress-traditsiya, 2018. Pp. 387–420. (rus)

22. Sementsov S.V., Akulova N.A. Formation of Saint-Petersburg agglomeration in the XVIII century [Formirovaniye Sankt-Peterburgskoi aglomeratsii v XVIII veke]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2018. No. 11. Pp. 61–75. doi: 10.12737/article_5bf7e355cd3de1.12294639. (rus)

23. Mangushev R.A., Novokhodskaya N.S., Datsyuk T.A., Kondrat'eva L.N. Petersburg «genetic code». [Century XVIII and Century XXI [Peterburgskii «geneticheskii kod». Vek XVIII i vek XXI]. Scientific-technical journal]. Bulletin of civil engineers. 2019. No. 5 (76). Pp. 33–40. DOI: 10.23968/1999-5571-2019-16-5-33-40. (rus)

24. Lavrov L.P., Molotkova E.G., Perov F.V. Morphotypes of quarters of the historical center of St. Petersburg [Morfotipy kvartalov istoricheskogo tsentra Sankt-Peterburga]. Academia. Architecture and construction. 2019. No. 4. Pp. 52–59. DOI: 10.22337/2077-9038-2019-4-52-59. (rus)

25. Perov F.V. The influence of the morphology of the historical architecture of the city on the problem of identifying the urban environment [Vliyaniye morfologii arkhitektury istoricheskogo goroda na problemy identifikatsii gorodskoi sredy]. Architecture, urbanism & design. 2015. No. 6. Pp. 10–19. (rus)

26. Likhachev D.S. Russian culture [Russkaya kul'tura]. Moscow, 2000. 440 p.

27. Tatarchenko A.V. Environmental approach in architecture: from theory to realization [Sredovoi podkhod v arkhitekture: ot teorii k realizatsii]. Modern high technologies. 2018. No. 9. Pp. 115–119. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=37170>. (rus)

Information about the authors

Pasechnik, Igor I. Postgraduate student. E-mail: pasechnik_spr@inbox.ru. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. Russia, 190005, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeiskaya str., 4 2; Director general. LLC «NIIPI «Spetsrestavratsiya». Russia, 195299, St. Petersburg, Kirishskaya str., 2A–4-H 38,2.

Marushina, Natalia V. Postgraduate student. E-mail: rvm_0307@mail.ru. Research associate. LLC «NIIPI «Spetsrestavratsiya». Russia, 195299, St. Petersburg, Kirishskaya str., 2A–4-H 38,2; Senior research associate. Likhachev Russian Research Institute for Cultural and Natural Heritage. Russia, 119072, Moscow, Bersenevskaya embankment, 18-20-22, building 3.

Received 20.03.2020

Для цитирования:

Пасечник И.Л., Марушина Н.В. Рядовая застройка как значимый элемент историко-градостроительной среды (на примере Санкт-Петербурга) // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 40–46. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-40-46

For citation:

Pasechnik I.L., Marushina N.V. Regular building as an important element of the historical urban environment (the example of Saint Petersburg). Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 40–46. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-40-46

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-47-55

Иванова-Ильичева А.М., *Сидоренко Н.Р.

Южный Федеральный Университет Академия архитектуры и искусств

*E-mail: ya.sinaro@yandex.ru

ПРИНЦИПЫ СОВЕТСКОГО МОДЕРНИЗМА В АНСАМБЛЕ ПЛОЩАДИ ИМ. ГОРОДА ПЛЕВЕН В РОСТОВЕ-НА-ДОНУ

Аннотация. Современное стремление к уплотнению городской ткани (продиктованное в первую очередь экономическими соображениями, изменившими представления о ценности городской застройки) приводит к постепенному уничтожению одной из важнейших характеристик архитектуры советского модернизма – эстетической и функциональной связи архитектурного объекта и природной среды. За последние десятилетия в регионах (в том числе на Юге России) наблюдается утрата не только отдельных обладающих художественной ценностью сооружений, но и целых градостроительных решений. Примером является ансамбль площади им. города Плевен в Ростове-на-Дону, исследованию которого посвящена статья. В работе проведен ретроспективный анализ поэтапного формирования плевенского ансамбля. Выявлены характерные для советского зодчества 1960–1980-х гг. архитектурно-художественные и объемно-композиционные особенности формирующих ансамбль сооружений: площади, парка им. города Плевен, бульвара Дружбы, музея интернациональной дружбы, кинотеатра «Плевен», универсама. Установлены пространственные взаимосвязи между изучаемыми объектами и окружающей средой. В ходе натурных исследований определено современное состояние входящих в ансамбль сооружений, а также зафиксирована существующая градостроительная ситуация, отражающая потери пространственных связей и особенностей формирования городской среды, характерных для советского модернизма.

Ключевые слова: советский модернизм, Ростов-на-Дону, архитектура 1960–1980-х гг., парк им. города Плевен, ансамбль площади им. города Плевен, музей интернациональной дружбы, кинотеатр «Плевен».

Введение. Утвержденный в 1955 г. указ ЦК КПСС и СМ СССР «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве» обозначил начало новой эпохи в зодчестве Советского Союза, которая только спустя полвека, в 2010-х гг., получила свое название – «советский модернизм». Перемены коснулись не только архитектурного облика сооружений, где на первое место вышли характерные для мирового зодчества еще в 1930–1940-х гг. качества: отсутствие декора, геометризм объемов, витражное остекление, плоские кровли и т.д.; – но и принципов градостроительного проектирования, в которых к 1960-м гг. «стал обнаруживаться, отрыв от изменившихся экономических и экологических условий развития народного хозяйства» [1, с.10]. Городская планировка требовала структурированности, наиболее рационально распределяющей функциональные зоны жизнедеятельности горожан, среди которых одно из важнейших мест выделялось рекреационным территориям. Благоустройство озелененных зон рассматривалось как часть архитектурного решения городской среды и являлось ответом на поставленные перед архитекторами вопросы экологии, охраны природы, эстетического визуального облика застройки. Подходы зодчих к градостроительному планированию в период 1960–1980-х гг., с точки

зрения вовлечения природной среды в архитектурное решение, частично рассматриваются в некоторых работах, посвященных советскому модернизму [1–4], но на региональном уровне этот вопрос остается практически неосвещенным. В результате под влиянием социально-экономических ориентиров развивающаяся тенденция к уплотнению городской застройки ведет к утрате градостроительных решений, которые обладают художественной ценностью, воплощая важную характеристику советского модернизма. В качестве объекта исследования выступает ансамбль площади им. города Плевен в г. Ростове-на-Дону, являющийся ярким примером потери эстетической и функциональной взаимосвязи архитектуры и природного окружения. Основная цель работы заключается в выявлении характерных для советского модернизма принципов, получивших отражение при формировании плевенского ансамбля. Актуальность исследования определяют сразу несколько задач: проведение градостроительного анализа фрагмента среды, включающей ансамбль площади им. города Плевен, с выявлением композиционных принципов; определение архитектурно-художественных особенностей объектов, входящих в плевенский ансамбль; фиксация существующего состояния как отдельных сооружений, так и в целом комплекса изучаемой территории.

Материалы и методы. Изучены архивные источники, научно-публицистические и графические материалы по теме исследования. Проведены натурные обследования и многоаспектный анализ сооружений, входящих в архитектурный ансамбль площади Плевена в Ростове-на-Дону: парка им. города Плевен, бульвара Дружбы, здания музея интернациональной дружбы, кинотеатра «Плевен» и универсама.

Основная часть. Необходимость обеспечить население здоровыми условиями, соответствующими нормам полноценной жизнедеятельности современного горожанина, стала первоочередной задачей для зодчих 1960–1980-х гг. «Солнце, зелень, пространство» еще в 1933 г. были провозглашены основными элементами оздоровления городской среды согласно манифесту «Афинской Хартии», текст которой был составлен общепризнанным мировым мастером модернизма Ле Корбюзье [5]. Закон об охране природы 1972 г. и регламентация озеленения жилых территорий позволили проектировщикам рассматривать природную составляющую как полноценную часть комплексного формирования архитектурной среды. При таком подходе, как отмечал японский архитектор-проектировщик Фумихико Маки, «отдельное здание теряет свое значение по сравнению с коллективной общей формой» [6].

Новый подход к градостроительству определил важнейшее направление в архитектурно-строительной деятельности Советского Союза – разработка современных схем районных планировок и генеральных схем расселения на территории СССР в промышленных, курортных, торговых, административных городах и т.д. Так, в 1971 г. был утвержден Новый Генеральный план Москвы, который предполагал расчленение территории города на восемь относительно автономных жилых образований, разделяемых между собой большими лесопарковыми зонами, где размещались места отдыха для москвичей. Генеральный план Ленинграда 1966 г. предусматривал развитие города на основе ансамблевости исторического центра, важнейшей составляющей которого являются набережные, дворцовые сады и парки. В основу разработанного в 1968 г. генерального плана Тольятти легла система укрупненных планировочных модулей (от 1 до 10 км.), соразмерных окружающему ландшафту [1]. Рекреационные зоны играли ведущую роль при разработке генеральных планов Киева 1966 г., Челябинска 1967 г., Днепропетровска 1967 г. и многих других городов бывших республик Советского Союза.

Генеральный план Ростова-на-Дону, одобренный правительством в 1971 г. [7], предполагал строительство Западного Жилого Массива (ЗЖМ) как самого передового района города, в основу которого заложены новые прогрессивные приемы планировки, предполагающие зонирование территории на кварталы площадью 40–50 гектар [8]. Такие размеры позволили архитекторам предусмотреть в каждой жилой зоне размещение необходимого комплекса объектов различных функциональных сфер, удовлетворяющих потребности жителей: бытовые, культурные, рекреационные, учебные, детские, спортивные, лечебные. Отличительной чертой ЗЖМ стало обильное количество скверов-садов, парков и бульваров (рис. 1).



Рис. 1. Строительство ЗЖМ, г. Ростов-на-Дону, 1970-е гг. [9]

Авторами проекта детальной планировки Западного жилого района были Адамкович Л.П., Бельченко Б.Г., Занис Я.С. и Пушкова Л.П. под руководством главного архитектора проектного института «Ростовгражданпроект» Симоновича В.И. Ядром территории с плотной многоэтажной жилой застройкой между проспектами Стачки и Коммунистическим, а также между улицами Зорге и Малиновского стала зона парка им. города Плевен, с одной стороны граничащая со студенческим парком Ростовского Государственного Университета (РГУ), а с другой – продолжающаяся бульваром Дружбы, который поддерживал заданную главной трехчастной аллеей парка ось, проходящую перпендикулярно наиболее загруженным транспортным магистралям района по проспектам Стачки и Коммунистическому. Парк, на территории которого разместился музей интернациональной дружбы, с примыкающими к нему площадью им. города Плевен, студенческим парком РГУ, бульваром Дружбы, а также фрагментом широкой озелененной пешеходной зоны вдоль проспекта Коммунистического, являющейся благоустройством территории кинотеатра «Плевен» и здания универсама, формируют главную рекреационную зону района с необходимым культурно-бытовым обслуживанием населения (рис. 2).

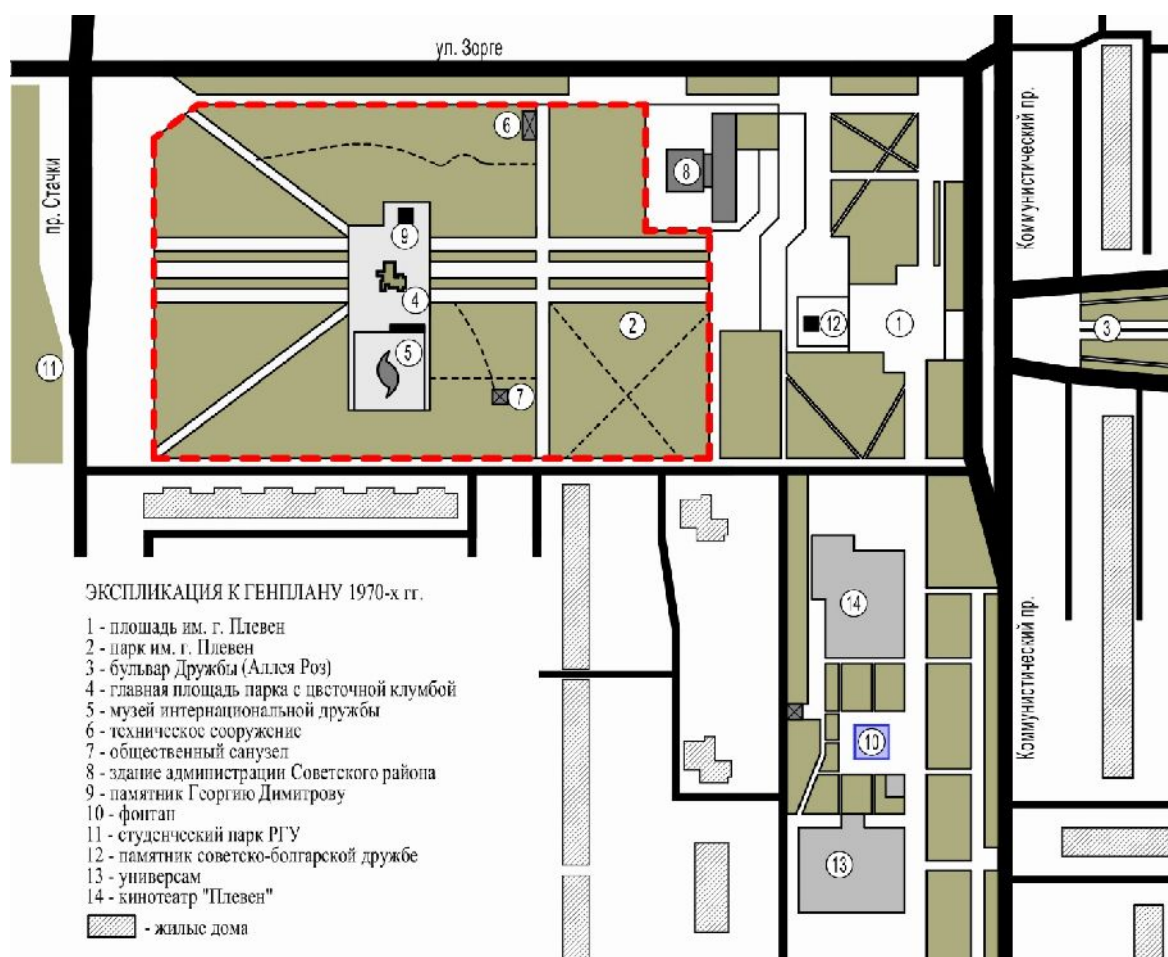


Рис. 2. Схема генерального плана фрагмента ЗЖМ, г. Ростов-на-Дону, 1970-е гг. Автор Сидоренко Н.

Бульвар Дружбы протянулся узкой полосой между пятиэтажными жилыми домами, соединяя площадь им. города Плевен с Краснодарской улицей (рис. 3). В 1970 г. жители Плевна сделали ростовчанам подарок: привезли в Ростов-на-Дону 5000 саженцев болгарских роз [10], которые были использованы для благоустройства территории плевенского ансамбля, благодаря чему на бульваре Дружбы появилась Аллея Роз. Ограниченный с двух сторон транспортными проездами бульвар стал своеобразным аналогом «парковой дороги».



Рис. 3. Бульвар Дружбы (Аллея Роз), г. Ростов-на-Дону, 1974 г. [11]

Частично существующая еще к моменту разработки нового генплана жилого застройки квартала создала необходимость переноса центральной оси рекреационной зоны: три широкие аллеи парка им. города Плевен смещены относительно

линии бульвара Дружбы (см. рис. 2). Пространственно этот перенос зафиксирован с помощью расположенного в центре площади монумента советско-болгарской дружбы, открытого 10 сентября 1974 г. (рис. 4). Авторами памятника стали болгарский скульптор Цонков Д. и ростовский архитектор Бельченко Б.Г. [12].



Рис. 4. Памятник советско-болгарской дружбе, площадь им. города Плевен, г. Ростов-на-Дону, 1981 г. [13]

Практически в центральной части парка на пересечении основных аллей и диагональных пешеходных троп расположена небольшая площадь, вытянутая прямоугольная форма которой образует второстепенную ось, перпендикуляр-

ную главной (см. рис. 2). Такое решение разбивает монотонность продольного движения вдоль проспектов и становится визуальным акцентом среди зелени деревьев. Формируется площадь тремя элементами: музеем интернациональной дружбы, цветочной клумбой (рис. 5) и памятником деятелю коммунистического движения Димитрову Г.М. Характерные для советского модернизма цилиндрические формы белых стен здания музея, декорированных скульптурными вставками, в сочетании с плоской остекленной

кровлей противопоставлены сложной геометрии цветочной клумбы. Она расположена непосредственно на пересечении главной и второстепенной осей парка, фиксируя планировочный центр территории. В настоящее время пространственная организация парковой площади утеряна: музей стал частью ресторанного комплекса, к которому со стороны парка примыкает сцена; на месте клумбы расположен овалообразный фонтан; вместо памятника размещены торговые киоски (рис. 6).



Рис. 5. Музей интернациональной дружбы, парк им. города Плевен, г. Ростов-на-Дону, 1970-е гг. [14]



Рис. 6. Центральная площадь парка им. города Плевен, г. Ростов-на-Дону, 2020 г. Фото Сидоренко Н.

Озелененная пешеходная зона, примыкающая к парку вдоль Коммунистического проспекта, сформирована 4 элементами: зданиями кинотеатра и универсама, площадью с фонтаном между ними и пешеходным бульваром вдоль дороги (см. рис. 2). Первый универсам в Ростове-на-Дону площадью 1200 кв.м. открылся в ЗЖМ в декабре 1973 г. и стал самым передовым торговым предприятием города: здесь использовались новейшая система самообслуживания, лучшее отечественное и зарубежное оборудование и производственная техника [15]. Двухэтажный объем, в основе которого заложена типичная для унифицированного проектирования 1970-х гг. каркасная конструктивная система, представляет собой строгий параллелепипед, сочетающий легкое

витражное остекление первого уровня и массивную светлую облицовку второго, которые разделены мощным нависающим над входной зоной по всей длине здания козырьком, что характерно для приемов советского модернизма (рис. 7). В 1973 г. также началось строительство кинотеатра «Плевен», который от универсама был отделен озелененной площадью с фонтаном, занимающей территорию, модульно соизмеримую с планировочными пятнами окружающих ее зданий. Таким образом два объекта притяжения посетителей не создавали скопления людей высокой плотности, а органично сочетались друг с другом, не уплотняя пространство города. Реализация кинотеатра из-за экономических проблем была окончена

только в 1977 г. Построенный по индивидуальному проекту, разработанному сотрудниками «Ростовгражданпроекта» Бельченко Б.Г. и Люледжан А.А. [16], кинотеатр стал не только завершением плевенского ансамбля, но и его украшением: сочетание различных геометрических объемов, облицованных светлыми плитами; витражное остекление холлов; плоские кровли; монолитные бетонные конструкции входной группы являются яркими признаками советского модернизма (рис. 8). Над оформлением интерьеров кинотеатра с помощью мозаичных панно и керамических деталей трудились работники Ростовского Художественного фонда, что в целом являлось одним из аспектов совершенствования архитектуры отдельных зданий в 1970–1980-е гг. [17, 18].



Рис. 7. Универсам в ЗЖМ, г. Ростов-на-Дону, 1980-е гг. [14]



Рис. 8. Кинотеатр «Плевен», г. Ростов-на-Дону, 1980-е гг. [19]

В настоящее время в здании универсама расположился супермаркет «Перекресток», а также ряд небольших торговых павильонов. Второй этаж облицован пластиковыми панелями, козырек закрыт рекламой (рис. 9). Кинотеатр «Плевен» практически невозможно узнать. Теперь это часть торгово-развлекательного центра, включающего не только кинотеатр, но и предприятия торгово-бытовой сферы. Чистые формы старого здания закрыты кассетными панелями различных цветов, витражи увешаны рекламой, появилась надстройка третьего этажа (рис. 10). Кардинально поменялась внутренняя структура сооружения, где вместо двух зрительных залов на 300

и 800 мест и просторных холлов теперь размещены 5 небольших кинозалов и множество маленьких помещений кафе и торговых магазинов.



Рис. 9. Бывшее здание универсама в ЗЖМ, г. Ростов-на-Дону, 2020 г. Фото Сидоренко Н.



Рис. 10. Бывшее здание кинотеатра «Плевен», г. Ростов-на-Дону, 2020 г. Фото Сидоренко Н.

Современное состояние плевенского ансамбля характеризуется отсутствием пространственных связей между его основными составляющими и, как следствие, утратой эстетической ценности городской среды. Форма парковой площади изменена, т.к. утрачен один из ее важнейших элементов – здание музея; потеряны второстепенные осевые направления; нарушено соотношение плотность – разреженность в рекреационной зоне. Парк перестал быть местом скопления горожан, а превратился в транзитную зону между проспектами. В 1996 г. у входа в парк со стороны проспекта Стачки был установлен памятник воинам, погибшим в локальных конфликтах, а в 2015 г. – у основания Аллеи Роз, выходящему к Коммунистическому проспекту, открыли памятник солдатам Победы. Вместе с монументом советско-болгарской дружбы они расположены на одной оси, параллельной главной аллее парка (рис. 11). Однако утерянный центральный элемент пространственной организации не позволяет проследить эту связь.

На месте площади между зданиями универсама и кинотеатра, целью которой было уравновесить за счет природных элементов наличие массивных построек, сегодня размещается двухэтажный торговый центр. С другой стороны универсама, на месте озелененной зоны, построен крытый рынок. Территория бульвара стала местом расположения многочисленных торговых

киосков (рис. 11). Высокая плотность застройки привела к потере природной составляющей среды. Обладающие художественной ценностью сооружения стали рядовыми постройками, утратив не только свой архитектурный облик, но и пространственную значимость в формировании градостроительного решения. Это приводит к

разрушению эстетики городской застройки, характерной для периода советского модернизма, притом, что, как отмечал Гутнов А.Э., «пространственная среда, создаваемая человеком, оказывает обратное воздействие на человека и общество, формирует новые потребности, во многом предопределяет характер деятельности, влияет на выработку мировоззрения» [20, с. 19].

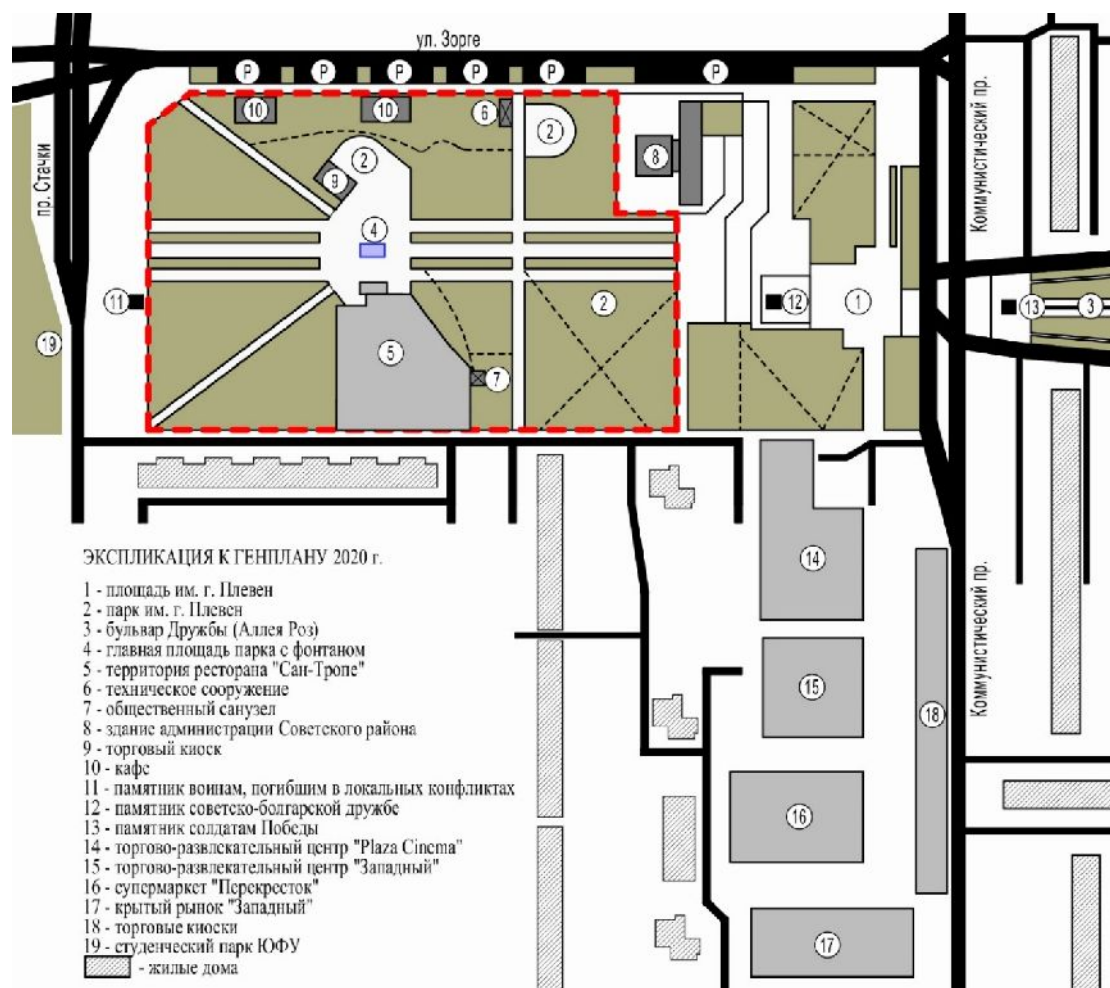


Рис. 11. Схема генерального плана фрагмента ЗЖМ, г. Ростов-на-Дону, 2020 г. Автор Сидоренко Н.

Выводы. Таким образом, результаты проведенного исследования ансамбля площади им. города Плевен в г. Ростове-на-Дону дают возможность сделать следующие выводы.

1. Плевенский ансамбль Западного Жилого Массива в Ростове-на-Дону представляет собой яркий пример советской архитектуры 1960–1980-х гг., в котором нашел отражение ряд характерных для стиля принципов.

2. В основу формирования ансамбля был заложен один из основных подходов мирового и советского модернизма к созданию городской среды, в результате которого природное окружение становится важной эстетической составляющей архитектурного решения. Главные аллеи парка и бульвара, площадь с расположенным в центре памятником, озелененная пешеходная

зона вдоль Коммунистического проспекта создают пространственную связь между зданиями, являющимися основой культурно-досуговой и бытовой жизни жителей Западного Жилого массива: музеем, кинотеатром, универсамом. Органично вписанная в строгую сетку структуры квартала рекреационная зона, разбавляя высокую плотность жилой застройки, повышает не только уровень художественного облика района, но и его экологическое состояние.

3. Сооружения, входящие в плевенский ансамбль, являются трансляторами архитектурно-художественных тенденций советского модернизма на региональном уровне: лаконичные формы музея с использованием плоской остекленной кровли и сочетанием с произведениями монументального искусства; геометризован-

ные объемы кинотеатра в витражным освещением холлов; каркасная конструктивная система универсама; художественное решение элементов благоустройства (цветочной клумбы, фонтана, стенда для афиш) с учетом общей стилиевой направленности основных зданий.

4. Современное состояние сооружений ансамбля площади им. города Плевен и в целом фрагмента застройки района подтверждает тенденцию к уплотнению городской ткани, что приводит к потере художественно-эстетической ценности городской среды и ее отдельных составляющих; к утрате целостного ансамбля эпохи модернизма, игравшего некогда роль культурно-общественного центра района.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Былинкин Н.П., Журавлев А.М., Шишкина А.М., и др. Современная советская архитектура 1955 – 1980 гг.: Учебник для вузов / ред. Былинкина Н.П., Рябушина А.В. М.: Стройиздат, 1985. 224 с.
2. Бондаренко И.А., Волчок Ю.П., и др. Эстетика "оттепели". Новое в архитектуре, искусстве, культуре / ред. Казакова О.В. М.: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2013. 494 с.
3. Meuser Ph., Zadornin D., Sheina K. Towards a Typology of Soviet Mass Housing Prefabrication in the USSR 1955–1991. Berlin: Dom Publishers, 2015. 456 p.
4. Ritter K., Shapiro-Obermair E., Wachter A. Soviet Modernism 1955-1991. Unknown History. Zürich: Park books, 2012. 358 p.
5. Маклакова Т.Г. Архитектура двадцатого века. Современная архитектура. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2001. 195 с.
6. Гидион З. Пространство, время, архитектура / перевод Леонене М., Черня И. М.: Стройиздат, 1984. 456 с.
7. Развитие градостроительных систем Северного Кавказа: Сборник научных трудов / ред. Бояринова А.М. Ростов н/Д: Ростовский инженерно-строительный институт, 1988. 172 с.
8. Ребайн Я. А. Завтра нашего города. Ростов в семилетии 1959–1965. Р.н/Д: Ростовское книжное издательство, 1960. 60 с.
9. Ростов Главный – новости Ростова-на-Дону. Строительство ЗЖМ, середина 70-х годов. [Электронный ресурс] // Интересное.МЕ. 11.12.2018. URL: <https://interesnoe.me/content> (дата обращения: 16 февраля 2020).
10. Грачева К. Площадь имени Плевена // Молот. 1970. №94 (14448). 4 с.
11. Рахманова Н., Иванова Р. Ростов-на-Дону. Комплект из 18 цветных открыток. М.: Планета, 1974.
12. 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. 101–110.
13. Панов В. Фото. Ростов-на-Дону. Комплект из 15 цветных открыток. М.: Планета, 1981.
14. Абидова Е.А. В годы первых пятилеток. [Электронный ресурс] // История и культура Ростовской области. URL: <http://rostov-region.ru/books/item/f00/s00/z0000083/st013.shtml> (дата обращения: 16 февраля 2020).
15. Навозов В. Донской «Универсам» // Молот. 1973. №296 (15563). С. 2.
16. Варавин Н.Я. Строится Плевен // Вечерний Ростов. 1977. №38 (5679). С. 2.
17. Иванова-Ильичева А.М., Орехов Н.В. Монументальное искусство в декоре зданий Ростова-на-Дону эпохи советского модернизма // Сб. тезисов Международной научно-практической конференции «Архитектура и искусство: от теории к практике». Ростов н/Д – Таганрог: Изд-во: Южный федеральный университет, 2018. С. 45–50.
18. Иванова-Ильичева А.М., Стушняя И.А., Орехов Н.В. Мозаика в декоративном убранстве зданий эпохи советского модернизма (на примере города Ростова-на-Дону) // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. Тамбов: Грамота, 2017. № 12(86): в 5-ти ч. Ч. 5. С. 100–103.
19. Кинотеатр «Плевен». [Электронный ресурс] // Retro View of Mankind's Habitat. 14.06.2018. URL: <https://pastvu.com/p/785494> (дата обращения: 16 февраля 2020).
20. Гутнов А.Э. Градостроительный проект и фактор времени // Сборник Союза архитекторов СССР «Зодчество». М.: Стройиздат, 1975. Вып. 1(20). С. 19–20.

Информация об авторах

Иванова-Ильичева Анна Михайловна, кандидат архитектуры, доцент, заведующая кафедрой истории архитектуры, искусства и архитектурной реставрации. E-mail: amivanova-ilicheva@sfedu.ru. Южный Федеральный Университет Академия архитектуры и искусств. Россия, 344082, Ростов-на-Дону, пр. Будёновский, д. 39.

Сидоренко Надежда Романовна, аспирант кафедры истории архитектуры, искусства и архитектурной реставрации. E-mail: ya.sinaro@yandex.ru. Южный Федеральный Университет Академия архитектуры и искусств. Россия, 344082, Ростов-на-Дону, пр. Будёновский, д. 39.

Поступила 04.03.2020

© Иванова-Ильичева А.М., Сидоренко Н.Р. 2020

Ivanova-Il'icheva A.M., *Sidorenko N.R.

Southern Federal University Academy of architecture and arts

**E-mail: ya.sinaro@yandex.ru*

PRINCIPLES OF SOVIET MODERNISM IN THE ENSEMBLE OF THE SQUARE NAMED AFTER PLEVEN IN ROSTOV-ON-DON

Abstract. *The current desire for compaction of the urban environment is dictated primarily by economic considerations that have changed perceptions of the value of urban development. This leads to the gradual destruction of one of the most important characteristics of Soviet modernism architecture – the aesthetic and functional relationship between the architectural object and the natural environment. Over the past decades, in the regions, including in the South of Russia, the loss of individual structures with artistic value and the entire urban planning solutions occurs. The example is the ensemble of the park named after the Pleven city (Pleven's ensemble) in Rostov-on-Don. The article is devoted to its studying. The paper provides a retrospective analysis of the gradual formation of the Pleven's ensemble. The author reveals the architectural, artistic and volume-compositional features of the structures that form it: the square, the park named after the town of Pleven, Bulvar Druzhby, Museum of international friendship, "Pleven" cinema and the supermarket. Spatial relationships between the studied objects and the environment are determined. The field studies define the modern state within the ensemble of objects, and the existing town-planning situation is fixed. It reflects the loss of spatial relations and features of the formation of the urban environment, which are characteristic of Soviet modernism.*

Keywords: *Soviet modernism, Rostov-on-Don, architecture of the 1960–1980 s, park named after Pleven, Pleven's square ensemble, Museum of international friendship, "Pleven" cinema.*

REFERENCES

1. Bylinkin N.P., Zhuravlev A.M., Shishkina A.M. Modern Soviet architecture 1955-1980: Text-book for universities [Sovremennaya sovetskaya arkhitektura 1955–1980 gg.: Uchebnik dlya vuzov]. Moscow: Stroiizdat. 1985. 224 p. (rus)
2. Bondarenko I.A., Volchok Ju.P., Kazakova O.V. Aesthetics of "thaw". New in architecture, art, culture [Jestetika "otpepli". Novoe v arhitekture, iskusstve, kul'ture]. Moscow: Russian political encyclopedia. 2013. 494 p. (rus)
3. Meuser Ph., Zadornin D., Sheina K. Towards a Typology of Soviet Mass Housing Prefabrication in the USSR 1955 – 1991. Berlin: Dom Publishers, 2015. 456 p.
4. Ritter K., Shapiro-Obermair E., Wachter A. Soviet Modernism 1955-1991. Unknown History. Zürich: Park books, 2012. 358 p.
5. Maklakova T.G. The architecture of the twentieth century. Modern architecture [Arkhitektura dvadtsatogo veka. Sovremennaya arkhitektura]. Moscow: Izdatel'stvo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov. 2001. 195 p. (rus)
6. Gidion Z. Space, time, architecture [Prostranstvo, vremya, arkhitektura]. Translation by Leonene M., Chernyak I. Moscow: Stroiizdat. 1984. 456 p. (rus)
7. Development of urban planning systems in the North Caucasus: a Collection of scientific papers [Razvitie gradostroitel'nykh sistem Severnogo Kavkaza: Sbornik nauchnykh trudov]. ed. Boyarinov A.M. Rostov-on-Don: Rostovskii inzhenerno-stroitel'nyi institut. 1988. 172 p. (rus)
8. Rebain Ya.A. Tomorrow of our city. Rostov in seven years 1959-1965 [Zavtra nashego goroda. Rostov v semiletii 1959–1965]. Rostov-on-Don: Rostovskoe knizhnoe izdatel'stvo. 1960. 60 p. (rus)
9. Rostov Main – news of Rostov-on-Don. Construction of WLM, mid-70s. [Rostov Glavnyi – novosti Rostova-na-Donu. Stroitel'stvo ZZhM, seredina 70-kh godov]. Interesnoe.ME. 2018. Available at: <https://interesnoe.me/content> (accessed 16 February 2020). (rus)
10. Gracheva K. Pleven's Square [Ploshchad' imeni Plevena]. Molot. 1970. No. 94 (14448). 4 p. (rus)
11. Rakhmanova N., Ivanova R. Rostov-on-Don. Set of 18 color postcards. [Rostov-na-Donu. Komplekt iz 18 tsvetnykh otkrytok]. Moscow: Planeta. 1974. (rus)
12. Sidorenko N.R. Lost objects of modernism in Rostov-on-Don. The building of the museum of international friendship in the park named after city of Pleven [Utrachennyye ob"ekty modernizma v Rostove-na-Donu. Zdanie muzeya internatsional'noy

druzhby v parke im. g. Pleven]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No.10. Pp. 101–110. (rus)

13. Panov V. Photo. Rostov-on-Don. Set of 15 color postcards [Foto. Rostov-na-Donu. Komplekt iz 15 tsvetnykh otkrytok]. Moscow: Planeta. 1981. (rus)

14. Abidova E.A. During the first five-year plans [V gody pervykh pyatiletok]. Istoriya i kul'tura Rostovskoi oblasti. Available at: <http://rostov-region.ru/books/item/f00/s00/z0000083/st013.shtml> (accessed 16 February 2020). (rus)

15. Navozov V. Don's "Supermarket" [Donskoi «Universam»]. Molot. 1973. No 296 (15563). 2 p. (rus)

16. Varavin N.Ya. Pleven is built [Stroitsya Pleven]. Vechernii Rostov. 1977. No 38 (5679). 2 p. (rus)

17. Ivanova-Il'icheva A.M., Orekhov N.V. Monumental art in the decoration of Rostov-on-Don buildings of Soviet modernism [Monumental'noe iskusstvo v dekore zdaniy Rostova-na-Donu epohi so-

vetskogo modernizma]. Sbornik tezisov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Arhitektura i iskusstvo: ot teorii k praktike». Rostov-on-Don – Taganrog: Southern federal University. 2018. Pp. 45–50. (rus)

18. Ivanova-Il'icheva A.M., Stushnyaya I.A., Orekhov N.V. Mosaic in the decorative decoration of buildings of the Soviet modernism (on the example of the city of Rostov-on-Don) [Mozaika v dekorativnom ubranstve zdaniy epohi sovetskogo modernizma (na primere goroda Rostova-na-Donu)]. Historical, philosophical, political and legal Sciences, cultural studies and art history. Issues of Theory and Practice. Tambov: Charter. 2017. No. 12(86). Part 5. Pp. 100–103. (rus)

19. «Pleven» Cinema [Kinoteatr «Pleven»]. Retro View of Mankind's Habitat. 2018. Available at: <https://pastvu.com/p/785494> (accessed 16 February 2020). (rus)

20. Gutnov A.E. Town-Planning project and time factor [Gradostroitel'nyi proekt i faktor vremeni]. Sbornik Soyuza arkhitektorov SSSR «Zodchestvo». Moscow: Stroizdat. 1975. Vol. 1(20). Pp. 19–20. (rus)

Information about the authors

Ivanova-Il'icheva, Anna M. PhD, Assistant professor. E-mail: amivanova-ilicheva@sfedu.ru. Southern Federal University Academy of architecture and arts. Russia, 344082, Rostov-on-Don, Budennovskiy st. 39.

Sidorenko, Nadezhda R. Postgraduate student. E-mail: ya.sinaro@yandex.ru. Southern Federal University Academy of architecture and arts. Russia, 344082, Rostov-on-Don, Budennovskiy st. 39.

Received 04.03.2020

Для цитирования:

Иванова-Ильичева А.М., Сидоренко Н.Р. Принципы советского модернизма в ансамбле площади им. города Плевен в Ростове-на-Дону // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 47–55. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-47-55

For citation:

Ivanova-Il'icheva A.M., Sidorenko N.R. Principles of soviet modernism in the ensemble of the square named after Pleven in Rostov-on-Don. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 47–55. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-47-55

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-56-68

Иванова О.А.

Тюменский индустриальный университет

E-mail: ivanova_olga_72@mail.ru

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ АСПЕКТЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОГО АДМИНИСТРАТИВНО-ДЕЛОВОГО ЦЕНТРА ТЮМЕНИ

Аннотация. В статье рассмотрены основные аспекты формирования планировочной структуры центральной части Тюмени относительно локализации административного центра города. Выявлены проблемы, связанные с особенностями формирования городской планировочной ткани в исторической части города. Приводится анализ примеров объемно-планировочных решений из зарубежной и отечественной практики, когда в силу определенных условий возникала необходимость формирования нового административного центра города. В процессе анализа раскрываются особенности формирования административно-деловых центров таких городов, как Берлин, Брюссель, Нур-Султан, Москва и Пермь. Исследуются причины и закономерности, а также социальные, исторические политические условия, определившие характер планировочной структуры и архитектурной среды новых административно-деловых центров. Систематизируются основные модели и способы решения вопросов о локализации новых административно-деловых центров, их увязки со сложившейся архитектурно-планировочной тканью города, построении их объемно-пространственной среды и об особенностях функционального зонирования. Определяются положительные и отрицательные моменты опыта строительства новых административно-деловых центров, выявленные в процессе их функционирования.

Установлены наиболее приемлемые с точки зрения градостроительной ситуации варианты формирования нового центра для размещения административно-управленческих структур в городе Тюмени (на основе анализа и оценки рассмотренных примеров), что обеспечит в будущем равномерный рост планировочных городских образований и обеспечит устойчивое слаженное функционирование всех систем городской инфраструктуры.

Ключевые слова: административно-деловой центр, планировочная структура, генеральный план, зонирование территории, архитектурно-планировочная среда города.

Введение. Тюмень – административный центр Тюменской области, самой крупнейшей в России, город – столица нефтяного края. Такой статус определяет необходимость формирования особого образа архитектурной среды города, отвечающего основным репрезентативным задачам. Особенно важным представляется в данном случае характер архитектурно-градостроительного решения административно-делового центра города, отражающего качество административно-управленческой деятельности в Тюмени и Тюменской области.

В городах с особым статусом столицы государства или его административной единицы комплекс правительственных зданий выделяется в территориально организованное образование, локализованное чаще всего в центральной части города для обеспечения качества коммуникации управленческих структур. Такие образования чаще всего интегрированы в систему общественно-деловой застройки, и в планировочной структуре городов возникают административно-деловые центры – объемно-планировочные образования, сформированные сооружениями и про-

странствами, обеспечивающими работу правительственных, административно-управленческих и деловых структур. Для включения территорий административно-деловых центров в общественную жизнь города в их структуру внедряются объекты с различными функциональными нагрузками: культурно-развлекательные, научно-образовательные и др.

На сегодняшний день в Тюмени сложно выявить четкую локализацию административно-правительственного центра. Здания административно-управленческих структур рассредоточены в основном в пределах сложившегося исторического центра города. В 50-х годах была сформирована центральная площадь с главными правительственными и административными зданиями, в дальнейшем при изменении структуры административного управления, департаменты, управы и другие объекты областной и городской администрации были размещены в различных зданиях, разбросанных на достаточно обширной территории. Многоуровневая структура административного управления города и области должна быть обеспечена четким взаимодействием всех уровней.

Анализ градостроительной структуры показал, что исторический центр города, развивающийся от правого берега реки в юго-восточном направлении, локализуется на своей территории помимо объектов административного управления области и города также и основные важнейшие культурные объекты, центры образования, спортивные и развлекательные комплексы. Кроме того, именно в пределах исторического центра Тюмени расположены самые престижные гостиницы, магазины, а также наиболее посещаемые объекты для досуга горожан – парки, скверы, набережная, основные туристические маршруты. "Исторический центр оказался окруженным со всех сторон новостройками, но благодаря своему положению не потерял градостроительного превосходства, главенствующего положения в пространстве западносибирской столицы" [1, с. 5]. В структуре исторического центра локализуются очаговые зоны жилой застройки (как правило, сохранившаяся застройка 50–70 годов прошлого века, а также точечная застройка начала 2000-х гг.), при этом наблюдается отсутствие благоустроенных дворов, школ, детских садов, парковочных мест и т.д. Рассредоточение административно-управленческих объектов вынуждает чиновников в целях коммуникации к активному передвижению на транспорте, что еще больше усугубляет и без того сложную ситуацию с транспортной загруженностью улиц в центральной части города, а также не способствует формированию единого, цельного административного центра города, наличие которого способствовало бы повышению статуса и качества архитектурной среды. При этом архитектура административно-правительственного центра города – столицы области должна обладать особым масштабом, семантикой, формировать яркий, выразительный, запоминающийся образ.

Таким образом, актуальность проблемы вызывает необходимость решения ряда задач по вопросу формирования новой структуры административного центра Тюмени: выбор принципиального подхода реконструкции или новообразования; подбор оптимальных методов и механизмов формирования административного центра; увязка его структуры с уже функционирующими системами города, проработка образно-художественных аспектов архитектурной среды центра.

Материалы и методы. В процессе исследования отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства новых административно-деловых центров анализировались и систематизировались графические данные, актуальные данные из научных источников, данные фотофиксации и визуального осмотра. Исследо-

ваны и проанализированы архивные и актуальные данные, проектная документация (в том числе Генеральный план развития города), отражающие особенности формирования градостроительной структуры г. Тюмени.

Объектом данного исследования является объемно-планировочная и функциональная структуры новых административно-деловых центров, решающие репрезентативные задачи архитектуры городов с определенным административным статусом. Цель исследования – выработка перспективных вариантов выбора площадки и формирования функциональной и объемно-планировочной структуры нового административно-делового центра Тюмени. Основная задача исследования – выявление особенностей и закономерностей формирования качественной объемно-планировочной структуры новых административно-деловых центров городов, обеспечивающей качественное функционирование всех уровней объекта.

Прецеденты формирования нового административного центра города. Обратившись по данному вопросу к мировой архитектурной и градостроительной практике, можно выявить множество примеров, когда в силу определенных условий возникала необходимость формирования нового административного центра города, обладающего особым административным статусом. Чаще всего эти примеры демонстрируют ситуацию, связанную с активным ростом и развитием городской планировочной структуры, когда старый административный центр не может полноценно выполнять свои функции:

- в силу недостаточной развитости инфраструктуры или невозможностью эффективного ее функционирования в следствии перегруженности (чаще всего в ситуации, когда центр совпадает с исторической частью города);

- в силу малого размера и невозможностью равномерного роста (отсутствие территорий для потенциального развития);

- в силу удаленности от основной территории города (в ситуации, когда город развивается в приоритетных направлениях или ограничен в возможности равномерного роста и развития, и территория изначального административного центра остается на периферии).

Вторая ситуация связана с возможным изменением статуса города:

- город становится административным центром федеративной единицы (в РФ – край, область);

- город приобретает статус столицы государства;

- в город переносятся дополнительные функции (например, административная – как

Брюссель, Гаага, Берлин); в данном случае требуется значительная территория для формирования целой развитой инфраструктуры для нового административного центра.

В случае изменения статуса города одним из важнейших факторов, определяющих его успешное функционирование и развитие, становится необходимость отразить данные изменения в архитектурном образе административного центра. В мировой градостроительной практике 20 века частым явлением (как следствие глобализации) становится приглашение для проектирования новых столиц или их административных центров архитекторов с мировым именем; что характерно для развивающихся стран или государств с особыми идеологическими задачами – Танзания (Абуджа, Додома), Индия (столица штата – Чандigarh), Пакистан (Исламабад), Казахстан (Астана-Нур-султан) и т. д. В данном случае раскрывается семантическая презентационная роль архитектуры – в качестве символа национальной идентичности. Нарек Мкртчян ссылается на теоретическую концепцию Сэмюэля Хантингтона и связывает процесс формирования архитектуры новых столиц с определением "цивилизационной идентичности", когда консолидация нации осуществляется в том числе и через определенные архитектурные конструкции и символические коннотации [2].

В рамках проведенного исследования выявлены два основных направления решения вопроса о формировании новой структуры административно-деловых центров городов, наделенных особым административным статусом:

1. Обновление или реконструкция структуры административно-делового центра, сложившегося на территории исторического центра города. Такое направление подразумевает использование свободных или специально освобожденных территорий в структуре существующего административного центра. Данное направление представлено в таких городах как Берлин и Брюссель, когда в силу необходимости формирования нового административно-делового центра, осваивались участки зон озеленения с фрагментами исторической застройки.

2. Формирование структуры административно-делового центра на свободной территории с подключением его к городской инфраструктуре. В рамках данного направления выявляются возможности освоения территорий, расположенных в непосредственной близости к историческому центру, так и значительно удаленных. Представители второго направления – города, в которых имелся опыт строительства административно-деловых центров при освоении участков

бывших промышленных территорий или территорий свободных от застройки: Нур-Султан, Москва, Пермь.

Берлин. После падения Берлинской стены, воссоединения западной и восточной частей Германии Берлин вновь приобрел статус столицы объединенной Германии. В результате возник вопрос о локализации правительственного центра, архитектура которого помимо важнейшей управленческой функции должна была олицетворять и символизировать единение и демократический путь развития объединенных земель. Новый правительственный центр выстроен заново, но на территории, изначально представлявшей участок административного центра Берлина: "логичным и к тому же исторически определённым местом для размещения правительственного квартала была Излучина Шпрее, на границе Западного и Восточного Берлина" [3]. Здесь в конце 19 века уже было выстроено здание Рейхстага, сформирован ансамбль застройки улицы Унтер ден Линден, кроме того, это место находится на границе Западного и Восточного Берлина. Новый центр необходимо было встраивать в сложившуюся планировочную структуру центральной части Берлина (только часть участка для нового центра была свободна от застройки), при этом министерства были размещены в подходящих для этой цели зданиях. Отведенный участок имеет не только выгодное центральное положение в городской застройке, его территория включает участок реки Шпрее и парковую зону озеленения. Демократический характер новых устремлений власти и семантика объединения ранее разобщенных частей Германии отражен в общей концепции архитектурно-планировочного решения нового комплекса правительственного центра. Жюри конкурса на концепцию планировки нового центра принимает решение, что лучше всего идеи интеграции и демократии выражены в предложении Акселя Шульца и Шарлотты Франк. К тому же, как указывает Вольфганг Зонне, "проект имел легко читаемую форму в виде фигуры "Band des Bundes" (Федеральная лента – нем.) и нашел широкое общественное одобрение" [4].

Согласно данной концепции комплекс правительственных зданий вытягивается в виде ленто-видной линейной структуры, пересекающей реку два раза, что символизирует объединение двух частей города и страны в целом: "...ленточный город с ориентацией на Восток-Запад как объединяющая связь между двумя государственными и городскими властями" [4]. Объемно-планировоч-

ная структура комплекса характеризуется продуманной системой связи между отдельными постройками при помощи туннелей, переходов, мостов, террас. Архитектурный образ всего комплекса правительственных зданий выдержан в стиле современной демократичной архитектуры без использования традиционных приемов "Архитектуры власти": гипертрофированного масштаба, помпезности, элементов классицизма и

т.д. Использование большой площади остекления фасадов комплекса позволяет продемонстрировать открытость власти и ее работы на благо населения. Использование всех возможностей для активного введения озеленения в структуру комплекса привело к формированию гибкого каркаса, связывающего внутренние дворы, аллеи, скверы с обширной парковой зоной.

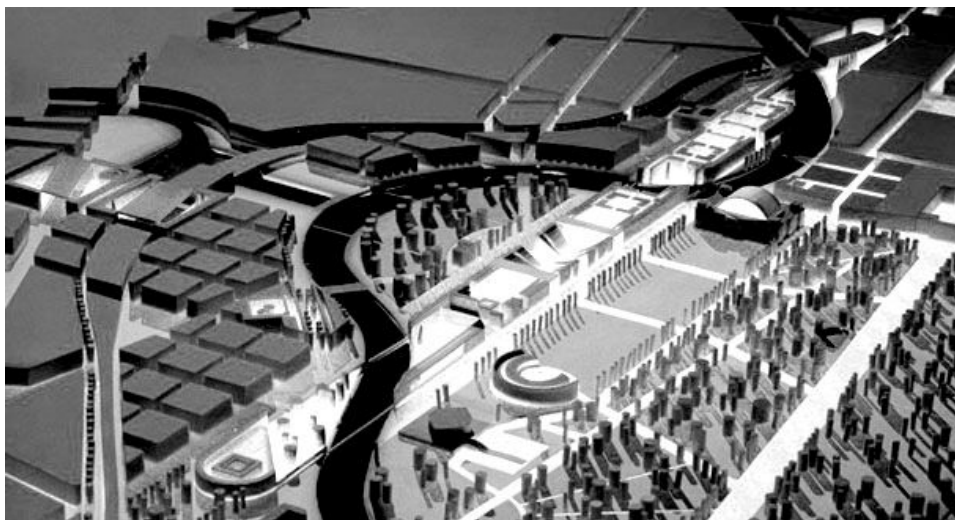


Рис. 1. Проект нового комплекса правительственного центра Берлина "Band des Bundes" [3]

При всех значительных плюсах данного опыта, есть ряд моментов, осложняющих активное его применение в условиях формирования новых административных центров крупных городов: сложность увязки с уже сложившейся планировочной структурой, существующими ансамблями и отдельными сооружениями; невозможность или ограниченность роста и развития структуры центра при такой необходимости; решение вопроса транспорта.

Брюссель. Брюссель – столица Бельгии и при этом политический центр Евросоюза. Структура Евросоюза достаточно сложна, но основные институты локализованы в Брюсселе. Огромный комплекс зданий Европарламента внедрен в планировочную структуру восточной части города. Основным комплексом зданий Европарламента расположен на обширной площади Люксембург, где ранее находился построенный в 19 веке железнодорожный вокзал. Комплекс непосредственно связан с территорией Леопольд-Парка. Объемно-пространственная структура сооружения, отражая символическое единение 27 стран Евросоюза, представлена сложным комплексом зданий, соединенным системой переходов и мостов. Комплекс состоит как из ранее построенных зданий, так и совершенно новых, для строительства которых было снесено много старых построек: "даже появился термин «брюсселизация»

– неконтролируемый массовый снос исторической застройки, которая замещается современными зданиями [5]. Для формирования Главной планировочной осью района является "Улица закона". Специалисты в области архитектуры отмечают ряд негативных моментов, связанных с идеей внедрения масштабного комплекса в сложившуюся планировочную структуру центра Брюсселя: 1) для его строительства была ликвидирована значительная часть озеленения парка; 2) квартал получил замкнутую структуру, изолированную от остальной части города ("административное гетто" бывший председатель Еврокомиссии Романо Проди [6]. В выходные дни территория пустует; 3) архитектура комплекса оценивается как излишне претенциозная – масштабный купол назвали "каприз богов". Также Ренске Фос и София Штольк отмечают, что комплекс зданий Европарламента "одновременно встроен и изолирован от своего города", так как "визуально стиль зданий ЕС, хотя и очень разнообразный, отличается от более широкого исторического квартала Леопольд, в пределах которого расположен район ЕС" [7]. Британская "The Gardian" пишет: "Отсутствие формального плана развития района привело к тому, что он стал частным объектом специального развития – и оставил квартал ЕС серым, неприветливым и эстетически отрезанным от остальной части города" [8].

Нур-Султан. В аспекте формирования административно-делового центра на новой территории показателен пример Нур-Султан (до 2019 г. – Астана). Город получил статус столицы государства в 1997 году и в связи с данным фактом, были проведены масштабные мероприятия по преобразованию сложившейся планировочной структуры провинциального города. Первоначальный план развития города как новой столицы не предполагал столь масштабных преобразований; как указывает Марек Гавески, увеличение численности населения планировалось до 400 000 человек, а расширение города до 400 га [9] (в результате по данным 2019 года население города уже составляет более миллиона человек, а площадь города выросла почти в два раза [10]). Важнейшие правительственные и административные учреждения либо функционировали в приспособленных для новой цели зданиях, либо занимали новые здания, выстроенные на свободных участках центральной правобережной (исторически сложившейся) части города. "Главный кабинеты районных властей были перестроены под канцелярию президента, штаб-квартира профсоюзов стала парламентом, а гостиница "Москва" была превращена в офис Министерства иностранных дел. Старый дворец Целинников был превращен в современный конгресс-холл" [9].

Ситуация изменилась благодаря увеличению экспортных доходов Казахстана в следствии повышения цены на нефть на мировых рынках, что и позволило реализовать более глобальные планы и проекты по развитию новой столицы. Новые возможности были отражены в проекте, предусматривающим формирование нового административного центра новой столицы на левом берегу реки Ишим [9] (рис.2).



Рис. 2. Левобережный административный центр Нур-Султана

Большую роль в активизации строительства и привлечения иностранных инвестиций сыграла инициатива правительства РК по созданию свободной экономической зоны на территории, отведенной для нового административного центра: "В январе 2002 года для создания хорошего инвестиционного климата и привлечения свободных денег создана экономическая зона «Астана – новый город», что привело к увеличению числа местных и международных компаний, которые инвестировали в строительство новой столицы Казахстана, современные резиденции, сервис, торговые и развлекательные площадки. Частные инвесторы сыграли значительную роль в формировании отличительного архитектурного облика новой столицы Казахстана" [11].

Особенно важным моментом становится выбор площадки и архитектурно-планировочной концепции для нового административного центра. Результатом значительной аналитической работы стал выбор площадки на свободной от застройки территории левого берега реки Ишим в юго-западном направлении магистрали, ведущей к прежней столице Казахстана – г. Алма-Аты. Для формирования концепции и выработки стратегий развития и интеграции нового административного центра был объявлен конкурс, в котором приняли участие и архитекторы с мировой известностью. На основе концепции, предложенной победителем конкурса К. Курокавой, а также других конкурсных проектов, с учетом аналитической работы казахстанских архитекторов был проработан генеральный план нового административного центра, учитывающий ряд важнейших параметров:

- положение относительно старого административного центра (в том числе с учетом постепенного переноса функций);
- интеграция в сложившуюся транспортную структуру (связь с вылетными магистралями, аэропортом, вокзалами и т.д.), а также возможности дальнейшего развития транспортных связей в связи с ростом территории административного центра;
- определение направлений развития городской планировочной структуры (приоритетные – в сторону Алма-Аты) с учетом зонирования территории и транспортной логистики;
- в качестве основной композиционной схемы развития генерального плана принята предложенная К. Курокавой система метаболического города с линейным зонированием. Территория нового административного центра органично включалась в данную систему. Метаболический принцип органичного роста, примененный к градостроительным структурам должен

обеспечить городу возможность "... гибко приспособляться к временным изменениям, представляя собой архитектурную среду постоянных обновлений, чему должна способствовать заложенная в проект система линейного зонирования" [12];

- большим плюсом локализации площадки для нового административного центра города стало наличие резервных территорий. Вопрос о их застройке решался поэтапно;

- немаловажное значение имеет включение в объемно-планировочную структуру нового административного центра участка реки Ишим (Есиль). "С расширением жилых районов на левобережных и правобережных землях река Есиль стала представлять собой природную зелёную и водную ось, направляющую развитие города и символизирующую течение жизни" [12];

- функциональное и планировочное зонирование нового административного центра города обладает насыщенной структурой; в составе центра есть помимо зон для административных и управленческих структур, зоны для размещения объектов культурных, торгово-развлекательных, общественно-социальных, а также зон жилой застройки;

- особо значимый момент – образ и уникальная семантика нового административного центра, отражающий основные аспекты развития Казахстана – глобальные основы демократического государства в сочетании с региональными и национальными традициями. И в данном случае чрезвычайно важным для характера архитектурной среды новой столицы (в большей степени ее административного центра) становится стремление государственных элит создать собственную уникальную основу национальной идентичности независимого государства. Н. Мкртчян указывает на то, что национальное строительство правительства Казахстана в попытке исследовать относительно новую национальную идентичность нацелено на отход от влияния российской и исламской цивилизационных идентичностей [2]. Огромная роль в данном процессе принадлежит первому президенту РК, инициатору и автору проекта переноса столицы Н. Назарбаеву. Н.Кох и А. Валиев отмечают, что Назарбаев часто указывается, как главный стратег и вдохновитель многих глобальных проектов [13]. Первый президент Р К, в честь которого 20 марта 2019 года город Астана переименован в Нур-Султан, так высказывается о роли центральной власти в процессе формирования индивидуальности города: "...что касается столицы государства - то несколько не сомневаюсь в том, что эстетические формы и вид той же Астаны должны, в первую очередь, определять центральные органы власти"

[14, с.127]. Именно Н. Назарбаев лично определяет вектор представлений о казахстанской идентичности как о сплаве Востока и Запада, что в свою очередь становится основой стиля "Евразийской" архитектуры [15].

При всех успехах предприятия по формированию нового административного центра, специалисты отмечают ряд негативных моментов:

- Джеймс Томпсон указывает на то, что левобережная часть города с новым административным центром оказалась противопоставленной всей исторически сложившейся застройке: "при сохранении принципов планирования советской эпохи на северном берегу реки Ишим, общий результат – настоящий коллаж города, состоящий из утопического урбанизма из двух исторических и социально-политических парадигм" [16].

Также Джеймс Томпсон отмечает наличие пространственной дихотомии и дизъюнкции между исторической и новой частями города - правобережная часть города, получила "косметический ремонт" в виде виниловых ширм-фасадов не для того, чтобы слиться с Левобережьем, а чтобы выглядеть менее "советской", и потеряла при этом свою идентичность и первозданный имидж [16].

- Профессор географии Бернхард Кёппен указывает на тот факт, что в плане К. Курокавы "отсутствовали какие-либо конкретные детали, касающиеся собственно архитектуры. Существовали лишь общие руководящие принципы, в которых приоритет отдавался свободе и гибкости для местных интерпретаций городского и архитектурного качества" [17]. В статье "Создание новой евразийской столицы в казахской степи: Архитектура, Градостроительство и идентичность в Астане" Бернхард Кёппен анализирует сложившуюся ситуацию, когда крупные ансамбли города и большая часть его новой среды "сформирована рыночной, постмодернистской архитектурой. Рыночные механизмы и стремление политической и экономической элиты к впечатляющим монументальным зданиям оказали гораздо большее влияние на городское развитие, чем амбициозные принципы генерального плана Курокавы по созданию метаболически устойчивого города" [17]. В данном вопросе мнение Б. Кёппена совпадает с позицией американского географа Шонина Анакера, что городская концепция Астаны рискует стать просто еще одним примером "транснациональной капиталистической эстетики" [18].

Москва. Пример формирования административно-делового центра на новой территории - это строительство Московского международного делового центра (ММДЦ) «Москва-Сити». Изначально "Москва-Сити" строился как деловой

квартал, но в 2017 году правительством РФ было принято решение о переезде ряда министерств и ведомств - центральных аппаратов Минпромторга, Минкомсвязи и Минэкономразвития, Росаккредитации, Росстандарта, Ростуризма и Росимущества и их подведомственных организаций. "Главы нескольких министерств обратились к премьер-министру с просьбой переместить ведомства в единый комплекс в одной из башен столичного «Сити». Министры утверждали, что это позволит "повысить эффективность работы органов государственной власти", "сформировать положительный имидж государственной власти" и "улучшить работу с гражданами"[19]. Таким образом, административная функция теперь включена в функциональную структуру ММДЦ.

Строительство Московского международного делового центра «Москва-Сити» было начато еще в девяностых годах прошлого века. Идея строительства делового района на Пресненской набережной была предложена архитектором Борисом Тхором [20]. Участок для строительства находился рядом с площадкой "Экспоцентра" на месте бывших промышленных территорий. По изначальному замыслу Бориса Тхора участок для строительства "Москва-Сити" разбивался на 20 частей, центром планировочной структуры комплекса должна была стать парковая зона с общественными пространствами (под территорией парка предусматривалась подземная парковка и транспортная магистраль), вокруг которой в виде подковообразной структуры выстраивались небоскребы. Высота небоскребов увеличивалась по спирали в направлении от реки для формирования логичной системы построения видовых планов со стороны набережной (рис. 3). Самой высокой точкой согласно первоначальной идее должна была стать башня "Россия" (проект Нормана Фостера).

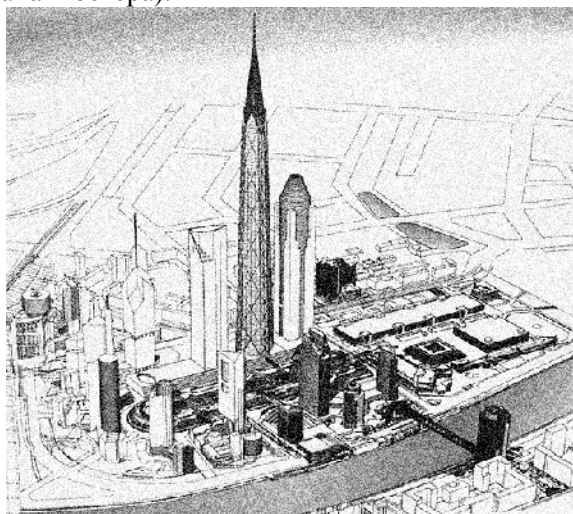


Рис. 3. Первоначальный план "Москва-Сити" Бориса Тхора [20]

Но в процессе строительства в связи с изменением экономических условий первоначальная идея претерпела глобальные преобразования, не лучшим образом сказавшиеся на результате. На месте парковой зоны возник объем торгового центра, концепция архитектурного решения небоскребов изменилась настолько, что от изначальной логичной композиции силуэта застройки не осталось и следа. Хаотичный и разрозненный характер объемно-пространственной структуры делового центра не позволяет воспринимать его как единую уравновешенную композицию масштабного архитектурного ансамбля. Локализация участка для строительства и характер композиции застройки "Москва-сити" в общей панораме города создает высотный акцент, спорящий с главной композиционной доминантой центра - ансамблем Московского Кремля. Кроме того, выявился целый ряд проблем, связанных с локализацией площадки центра и ее увязки со сложившейся планировочной структурой этого района Москвы. Сложная транспортная ситуация. Серьезные проблемы с организацией транспортно-пешеходного движения внутри делового центра и его связи со сложившейся планировочной тканью связаны с тем, что в процессе строительства не был учтен такой транспортный потенциал данной территории как Москва-река и Московская кольцевая железная дорога. Участок "Москва-сити" по изначальному замыслу имел прекрасно организованную и развитую магистральную сеть, связанную с городской сетью, а также логичную и четкую систему общественных пространств и улиц для пешеходного движения. В результате, проектировщикам уже по факту приходится исправлять допущенные ошибки, менять планировочные решения для формирования системы транспортных пересадочных узлов, обеспечивающих доступность центра.

При всех проблемах и недостатках, опыт строительства "Москва-сити" являет и целый ряд значительных достижений. Главный архитектор Москвы Сергей Кузнецов отмечает, что "Сити – это первый заметный шаг в сторону развития полицентричной модели, заявленной еще в Генплане 1971 года" [21]. "Москва-сити" становится одним из альтернативных центров в рамках развития градостроительной структуры в направлении полицентричности для разгрузки исторического центра города. На карте Москвы появляется значительный пункт притяжения, имеющий имиджевое значение. Кроме того, этот опыт положил начало процесса преобразования промышленных зон на территории города.

Пермь. В рамках примера формирования административно-деловых центров на свободных

участках, включенных в плотную застройку центральной части города интересен опыт Перми, которая, как и Тюмень имеет статус областной столицы и сталкивается с проблемой разгрузки центральных городских территорий. В 2008-2009 гг. московскими архитекторами "Студии Уткина" был разработан проект архитектурной концепции Административно-делового центра "Разгуляй", представляющий проектные предложения нового здания пермской администрации в комплексе с офисно-деловым центром.

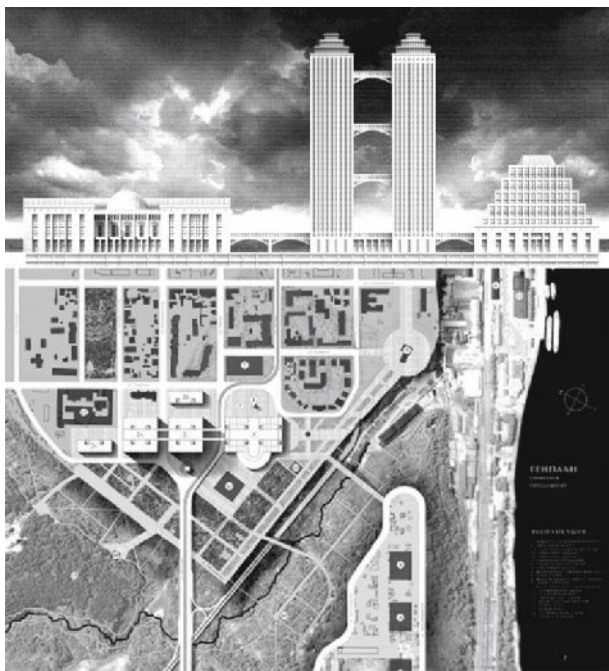


Рис. 4. Административно-деловой центр города Перми. Проект "Студии Уткина" [22]

Характер архитектурного решения главных сооружений центра достаточно претенциозен – здания администрации, бизнес-центра и гостиницы строятся по схеме с использованием традиционных приемов монументальной архитектуры административных сооружений (архитектура власти): форма пирамидального зиккурата, триумфальная арка-портал из высотных объемов офисных центров и дворцового типа сооружение классической системы объемно-пространственного построения с цилиндрическим сводом по центральной оси: "Здание пермской городской администрации в проекте Ильи Уткина переросло в комплекс городского центра, объединив три темы: административное здание, офисные башни и новую транспортную развязку – в единый ансамбль, решенный в духе очень строгого варианта ар-деко" [22].

Очередной опыт Перми связан с освоением микрорайона ДКЖ, где должен появиться общественно-деловой центр «Пермь-Сити», проект которого представлен архитектурной мастерской

SPEECH. Перспективность данного проекта обусловлена комплексным подходом к формированию центра в ситуации включения участка в систему сложившейся застройки, а также примыкания территории к важнейшим транспортным артериям – линии РЖД и реки Кама. Кроме мероприятий по увязке транспортной сети нового района со сложившейся улично-дорожной сетью города планируются расширение возможностей транспортного каркаса района – строительство Ж/Д вокзала и формирование дополнительных ТПУ, а также запуск скоростных трамвайных линий [23].

Пермские примеры на сегодняшний день не осуществлены полностью, сложно судить о результате; как демонстрирует опыт Москвы – он может значительно отличаться от первоначальных проектных решений. В качестве положительных моментов, связанных с реализацией данных проектов, стоит отметить возможность преобразования городских территорий (с целью повышения качества их застройки), способных стать альтернативными городскими административно-деловыми центрами и разгрузить центральную часть города. Особое внимание в данных проектных решениях уделяется грамотной увязке транспортно-пешеходной структуры новых центров с уже существующей с целью повышения качества работы транспортного каркаса города в целом.

Выбор для Тюмени. Таким образом, на основе выявленных моделей из отечественной и зарубежной практики, определяется несколько вариантов решения вопроса о локализации нового административно-делового центра в Тюмени.

1. Развитие территории административного центра в рамках исторического центра путем обновления и реконструкции за счет освобождения потенциальных небольших территорий внутри исторического центра города (снос ветхих строений, изменение функционального назначения и зонирования территорий). Данный способ имеет целый ряд минусов: развитие до определенного предела, размер территории не увеличится, а значит не улучшится качество инфраструктуры, из системы административного центра скорее всего придется исключить объекты культуры, учебные заведения, на данный момент составляющие значительную часть функциональной системы тюменского исторического центра.

2. Перенос административного центра на новую площадку, учитывающий рост, развитие и градостроительное планирование. В данном случае важнейшим стратегическим вопросом становится выбор площадки для нового административного центра с учетом целого ряда параметров

(связанных с потенциалом развития и качественным функционированием всех систем) и условием органичной интеграции нового центра в сложившуюся планировочную структуру города. В рамках данного решения выявляется два варианта формирования нового административного центра города:

а) площадка для нового центра формируется в непосредственной близости к историческому центру города. Таких площадок в Тюмени немного, но данный вариант возможен за счет освобождения бывших территорий промышленных предприятий или территорий частной застройки. Данное решение характеризуется почти равным соотношением плюсов и минусов. Освобождение территорий - перенос промышленных предприятий за черту города, изменение функционального назначения территории, расселение жителей территорий частной застройки требует значительных инвестиций. Изменение транспортной структуры в силу плотности застройки и транспортной загруженности центральных частей города, не в каждом случае позволит обеспечить качественную организацию движения и возможность дальнейшего развития системы. Развитие планировочной структуры также чаще всего ограничено. Значительным плюсом подобных решений можно назвать близость территорий к сложившимся центральным площадкам и объектам города, занятыми важнейшими общественными структурами, пешеходная доступность по отношению к другим общественным центрам.

б) площадка для нового административного центра формируется на свободной от застройки территории с учетом основных направлений роста и развития городской планировочной ткани. В данном случае важно учитывать степень удаленности выбранной площадки от важнейших общественных объектов, размещенных в центральной части города. Необходимым условием является удобная связь с важнейшими транспортными узлами - вокзалами и аэропортами, что достаточно легко обеспечить в Тюмени за счет уже сформированной объездной транспортной магистрали. Важнейшим плюсом является возможность использования значительных территорий для создания развитой инфраструктуры и полноценного функционального зонирования нового административного центра города. Как правило, такие площадки обладают значительным территориальным потенциалом, а также характеризуются близостью рекреационных зон с возможным подключением к территории нового центра дополнительных зон озеленения и обводнения.

Выводы. На основе проведенного исследования особенностей проектирования и строительства новых административно-деловых центров

(отечественный и зарубежный опыт), а также анализа особенностей развития градостроительной структуры Тюмени, выработаны перспективные варианты формирования функциональной и объемно-планировочной структуры нового административно-делового центра города.

Для Тюмени на данный момент возможными являются все три варианта развития событий: а) обновление и реконструкция локальных участков с объектами администрации на территории исторического центра (наиболее сложный и менее перспективный вариант); б) формирование структуры административно-делового центра на новой площадке в центральной части города (с сохранением участков значимых административно-управленческих сооружений при обеспечении качественной коммуникации); в) формирование структуры административно-делового центра на новой площадке на свободных территориях, находящихся вне границ исторического и геометрического центра Тюмени).

На территории Тюмени существует ряд потенциальных площадок, отвечающих особым требованиям и параметрам, которые как показали примеры из мирового и отечественного опыта градостроительства, являются определяющими для формирования качественной архитектурно-планировочной среды и успешного функционирования нового административно-делового центра: транспортная и пешеходная доступность с центральными территориями города; хорошая связь с основными транспортными узлами города и вылетными магистралями; возможность обеспечить территорию удобной транспортной инфраструктурой; достаточная площадь для размещения всех необходимых объектов на территории административного центра, с учетом его потенциального развития с ростом города (дополнительные территориальные ресурсы); близость зон с жилой застройкой; наличие дополнительных преимуществ – уникальный ландшафт, обводнение и т. д.

Особые условия связаны с необходимостью насыщения центра помимо объектов административного назначения объектами жилыми, культурными, развлекательными. Необходимо формирование общественных пространств и объектов для обеспечения функционирования центра не только в дневное рабочее, но и в вечернее время.

Важнейшим параметром, определяющим качество архитектурно-планировочной среды административного центра города, являются его пространственные габариты: с одной стороны, необходим особый масштаб пространств и сооружений, отвечающий статусу административ-

ного центра, с другой стороны - наличие трудно-преодолимых пространств усложняет транспортно-пешеходную систему, значительно сни-

жает качество работы функциональных и визуальных связей внутри объемно-пространственной структуры центра.



Рис. 5. Потенциальные площадки для нового Административно-делового центра Тюмени

Функциональная структура и зонирование административного центра, как показывает мировая практика, должны включать помимо самих объектов административно-управленческих структур (городских и областных): общественные пространства - площади, эспланады, моллы, бульвары; участки озеленения - парки, скверы, развлекательные и тематические парки; деловые структуры, офисы деловых и финансовых компаний; научно-образовательные центры, научно-технологические площадки, технопарки и бизнес-инкубаторы; общественно-культурные центры - концертные залы, религиозные центры, театральные площадки и т.д.; торговые и развлекательные центры; спортивные объекты - стадионы, площадки, спортивные центры; жилые кварталы; посольства и представительства.

Выбор оптимального варианта территории, продуманная функциональная структура и выразительный образ архитектуры в совокупности определяют формирование качественной архитектурно-планировочной среды и успешное функционирование нового административно-делового центра

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заварихин С.П., Жученко Б.А. Архитектура Тюмени. Тюмень: "Радуга-Т", 2004. 296 с.
2. Mkrtchyan N. Nation-building projects through new capitals: from St. Petersburg to Yerevan and Astana // Nationalities Papers. Vol. 45. No. 3. 2017. Pp. 485–498. doi:10.1080/00905992.2016.1260535
3. Берлин: чертоги власти. [Электронный ресурс]. Townplanner. Записки урбаниста. URL: <https://townplanner.livejournal.com/1677.html> (дата обращения 12.04.2020).
4. Sonne W. Specific intentions—general realities: on the relation between urban forms and political aspirations in Berlin during the twentieth century // Planning Perspectives. Vol. 19. No. 3. 2004. Pp. 283–310. doi:10.1080/02665430410001709796.
5. Шевченко А. Правительство в Коммунарке. Как устроены города для чиновников от Вашингтона до Южного Судана [Электронный ресурс]. Афиша Daily. URL: <https://daily.afisha.ru/archive/gorod/archive/brazilia-in-kommunarka> (дата обращения 12.04.2020).
6. Европейский квартал (Брюссель) [Электронный ресурс]. Wiki 2 URL: [https://wiki2.org/ru/Европейский_квартал_\(Брюссель\)](https://wiki2.org/ru/Европейский_квартал_(Брюссель))

ель) (дата обновления 21 декабря 2019), (дата обращения 12.04.2020).

7. Vos R., Stolk S. Law in concrete: institutional architecture in Brussels and The Hague. Law and Humanities // Vol. 14. 17 February 2020. Pp.1–26. doi.org/10.1080/17521483.2020.1724407.

8. The Guardian. Is the EU's new council building a desperate attempt to change its image? URL: <https://www.theguardian.com/cities/2015/jan/30/eu-new-council-building-brussels-change-image> (date of published 30 January 2015) 12/04/2020.

9. Gawęcki Marek. New Urbanization of the Steppe. Astana: A Capital Called the Capital // Studia Historiae Oeconomicae. Vol. 31, No. 1. 2013. Pp. 35–56. doi:10.2478/sho-2013-0003.

10. Nations A.Z. Население стран мира [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.aznations.com/population/kz/cities/astana> (дата обращения 20.04.2020).

11. Abdrassilova G., Kozbagarova N., Tuyakayeva A. Architecture of high-rise buildings as a brand of the modern Kazakhstan. E3S Web of Conferences Vol. 33, Article Number 01009. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183301009> (date of published online 06.03.2018).

12. Тюрин С.М., Назаров Ю.В., Корнилова А.А. Формирование художественно-коммуникационной среды города Астаны в контексте реализации градостроительного проекта Кисе Курокэ // Academia. Архитектура и строительство. 2018. № 3. С 100–106. doi 10.22337/2077-9038-2018-3-100-106.

13. Koch N., Valiyev A. Urban boosterism in closed contexts: spectacular urbanization and second-tier mega-events in three Caspian capitals // Eurasian geography and economics. Vol. 56. No. 5. 2015 Pp. 575–598. doi: 10.1080/15387216.2016.1146621.

14. Назарбаев Н. В сердце Евразии. Алматы: Атамұра, 2005. 192 с.

15. Koch N. The monumental and the miniature: imagining “modernity” in Astana. Social & Cultural Geography. Vol. 11. No.8. 2010. Pp. 769–787. doi:10.1080/14649365.2010.521854.

16. James Thompson. Bringing theory into practice: seeking constitutive utopian potential in Astana // Beyond Architecture: New Intersections & Connections/ University of Hawai'i at Manoa. Vol. 1. 2014. Pp. 493–502. doi.org/10.17831/rep:arcc%25y303.

17. Koppen B. The production of a new Eurasian capital on the Kazakh steppe: architecture, urban design, and identity in Astana // Nationalities Papers. Vol. 41. No.4. 2013. Pp. 590 – 605. doi:10.1080/00905992.2013.767791.

18. Anacker S. Geographies of Power in Nazarbayev's Astana // Eurasian Geography and Economics. Vol. 45. No. 7. 2004. Pp. 515–533. doi:10.2747/1538-7216.45.7.515.

19. «Проект состоялся»: министерства собрали под одной крышей [Электронный ресурс]. Газета.ру. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2019/03/14/12242737.shtml> (дата обращения 19.04.2020).

20. Шишалова Ю. Раскинуть Сити // Проект Россия. 2017. № 3 (85). С. 104–109.

21. Москва-Сити: высокие перспективы [Электронный ресурс]. Архсовет. URL: <https://archsovet.msk.ru/article/aktualno/moskva-siti-vysokie-perspektivy> (дата обращения 19.04.2020).

22. Тарабарина Ю. "Центр Перми" [Электронный ресурс]. Archi.ru. URL: <https://archi.ru/russia/17609/centr-permi> (дата обращения 12.04.2020).

23. «Входные ворота», жилые дома и «Пермь-Сити». Как будут развивать микрорайон ДКЖ [Электронный ресурс]. 59.ru Пермь онлайн. URL: <https://59.ru/text/gorod/66089803/> (дата обращения 12.04.2020).

Информация об авторах

Иванова Ольга Александровна, старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства. E-mail: ivanova_olga_72@mail.ru. Тюменский индустриальный университет. Россия, 625000, Тюмень, ул. Луначарского, д. 2.

Поступила 20.04.2020

© Иванова О.А., 2020

Ivanova O.A.

Industrial University of Tyumen
E-mail: ivanova_olga_72@mail.ru

ARCHITECTURAL AND PLANNING ASPECTS DETERMINING PERSPECTIVE OPTIONS FOR FORMING A NEW ADMINISTRATIVE BUSINESS CENTER OF TYUMEN

Abstract. The article discusses the main aspects of the formation of the planning structure of the central part of Tyumen relative to the localization of the administrative center of the city. The problems associated

with the features of forming the urban planning fabric in the historical part of the city are identified. When it becomes necessary to form a new administrative center of the city, an analysis of examples of space-planning decisions from foreign and domestic practice is given. The analysis reveals the features of the formation of administrative and business centers of cities such as Berlin, Brussels, Nur-Sultan, Moscow and Perm. The causes and patterns, as well as social, historical political conditions that determine the nature of the planning structure and architectural environment of the new administrative and business centers are investigated. The article systematizes the main models and ways to solve the issues of localization of new administrative and business centers, their connection with the existing architectural and planning fabric of the city, the construction of their spatial environment and the features of functional zoning. The positive and negative aspects of the experience in building new administrative and business centers identified in the process of their functioning are determined.

The most acceptable options for the formation of a new center for the placement of administrative and managerial structures in the city of Tyumen (based on the analysis and evaluation of the considered examples) have been identified, which will ensure the uniform growth of urban planning entities in the future and ensure the stable coordinated functioning of all urban infrastructure systems.

Keywords: administrative and business center, planning structure, master plan, zoning of the territory, architectural and planning environment of the city.

REFERENCES

1. Zhavarichin S.P., Zhuchenko B.A. The Architecture of Tyumen [Architectura Tyumeni]. Tyumen: "Raduga-T", 2004, 296 p. (rus).
2. Mkrtchyan N. Nation-building projects through new capitals: from St. Petersburg to Yerevan and Astana. Nationalities Papers. Vol. 45. No. 3. 2017. Pp. 485–498. doi: 10.1080/00905992.2016.1260535
3. Berlin: halls of power. Townplanner. Urbai-st's notes [Berlin: chertogi vlasti. Townplanner. Zapiski urbanista]. URL: <http://townplanner.livejournal.com/1677.html> (date of treatment: 12.04/2020). (rus)
4. Sonne W. Specific intentions-general realities: on the relation between urban forms and political aspirations in Berlin during the twentieth century. Planning Perspectives. Vol. 19. No.3. 2004. Pp. 283–310. doi: 10.1080/02665430410001709796.
5. Shevchenko A. The government in Kommunarke. How cities are organized for officials from Washington to South Sudan [Pravitelstvo v Kommunarke. Kak ustroeny goroda dlya chinovnikov ot Vashingtona do Yuzhnogo Sudana]. Afisha Daily. URL: <https://daily.afisha.ru/archive/gorod/archive/brazilia-in-kommunarke> (date of treatment: 12.04/2020). (rus)
6. European quarter (Brussel) [Evropeyskiy kvartal (Brussel)]. Wiki 2 URL: <https://wiki2.org/ru/> (date of treatment: 12.04/2020). (rus)
7. Vos R., Stolk S. Law in concrete: institutional architecture in Brussels and The Hague. Law and Humanities. Vol. 14. 17 February 2020. Pp. 1–26. doi.org/10.1080/17521483.2020.1724407.
8. The Guardian. Is the EU's new council building a desperate attempt to change its image? URL: <https://www.theguardian.com/cities/2015/jan/30/eu-new-council-building-brussels-change-image> (date of treatment: 12.04/2020).
9. Gaeweck Marek. New Urbanization of the Steppe. Astana: A Capital Called the Capital. Studia Historiae Oeconomicae. Vol. 31. 2013. Pp. 35–56. doi: 10.2478/sho-2013-0003.
10. AZ Nations. World population. [Naselenie stran mira] URL: <https://ru.aznations.com/population/kz/cities/astana> (date of treatment: 20.04/2020).
11. Abdrassilova G., Kozbagarova N., Tuyakayeva A. Architecture of high-rise buildings as a brand of the modern Kazakhstan. E3S Web of Conferences. Vol. 33, Article Number 01009. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183301009> (date of published online: 06.03.2018).
12. Tyurin S.M., Nazarov U.V., Kornilova A.A. Formation of the artistic and communication environment of Astana in the context of the implementation of the Kise Kurokawa urban development project [Formirovanie khudozhestvenno kommunikazionnoy sredy goroda Astany v kontekste realizacii gradostroitel'nogo proekta Kiseu Kurokavy]. Academia. Architecture and construction. 2018. No. 3. Pp. 100–106. doi 10.22337/2077-9038-2018-3-100–106. (rus)
13. Koch N., Valiyev A. Urban boosterism in closed contexts: spectacular urbanization and second-tier mega-events in three Caspian capitals. Eurasian geography and economics. Vol. 56. No. 5. 2015. Pp. 575–598. doi: 10.1080/15387216.2016.1146621.
14. Nazarbaev N. In the heart of Eurasia [V serdce Evrasii]. Almaty: Atamura, 2005, 192 p. (rus).
15. Koch N. The monumental and the miniature: imagining "modernity" in Astana. Social & Cultural Geography. Vol. 11. No. 8. 2010. Pp. 769–787. doi:10.1080/14649365.2010.521854.
16. James Thompson. Bringing theory into practice: seeking constitutive utopian potential in Astana. Beyond Architecture: New Intersections & Connections. University of Hawai'i at Manoa. Vol. 1. 2014. Pp. 493–502. doi.org/10.17831/rep:arcc%25y303.

17. Koppen B. The production of a new Eurasian capital on the Kazakh steppe: architecture, urban design, and identity in Astana. *Nationalities Papers*. Vol. 41. No. 4. 2013. Pp. 590-605. doi:10.1080/00905992.2013.767791.

18. Anacker S. Geographies of Power in Nazarbayev's Astana. *Eurasian Geography and Economics*. Vol. 45. No. 7. 2004. Pp. 515-533. doi:10.2747/1538-7216.45.7.515.

19. The project took place: ministries gathered under one roof [Ministerstva sobrali pod odnoy kryshey]. *Gazeta.ru*. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2019/03/14/12242737.shtml> (date of treatment: 19.04/2020). (rus)

20. Shishalova Y. Spread The City [Raskinut City]. *Project of Russia*. 2017. No. 3 (85). Pp. 104-109. (rus)

21. Moscow-City: high prospects [Moskva-City: vysokie perspektivy]. *Archsovet*. URL: <https://archsovet.msk.ru/article/aktualno/moskva-siti-vysokie-perspektivy> (date of treatment: 19.04/2020). (rus)

22. Tarabarina Y. Center of Perm [Centr Permi]. *Archi.ru*. URL: <https://archi.ru/russia/17609/centr-permi> (date of treatment: 12.04/2020). (rus)

23. Entrance gate, residential buildings and Perm-City. How will the DCJ microdistrict be developed [Vhodnye vorota, zhilye doma i Perm-City. Kak budut razvivat microrayon DCJ]. *59.ru Perm online*. URL: <https://59.ru/text/gorod/66089803/> (date of treatment: 14.04/2020). (rus)

Information about the authors

Ivanova, Olga A. Senior lecturer. E-mail: ivanova_olga_72@mail.ru. Industrial University of Tyumen. Russia, 625000, Tyumen, Lunacharskogo st., 2.

Received 20.04.2020

Для цитирования:

Иванова О.А. Архитектурно-планировочные аспекты, определяющие перспективные варианты формирования нового административно-делового центра Тюмени // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 56–68. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-56-68

For citation:

Ivanova O.A. Architectural and planning aspects determining perspective options for forming a new administrative business center of Tyumen. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2020. No. 6. Pp. 56–68. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-56-68

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-69-76

***Быстрицкая М. А.**

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*E-mail: daisy0@mail.ru

СПЕЦИФИКА РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ХАРЬКОВА С 1922 – 1955 ГГ.

Аннотация. Статья является продолжением исследования, посвященного эволюции пространственно-планировочной структуры Харькова. 1922–1955 гг. является важным периодом развития общегородской структуры Харькова. Происходит стремительный рост городской ткани, интенсивно ведется новое строительство, реконструируется историческая застройка. Строятся промышленные предприятия, административные, общественные и жилые здания, научные и медицинские учреждения. Исторически сложившаяся пространственно-планировочная структура получает дальнейшее развитие с учетом предпроектных схем и положений генеральных планов. В этот же период общегородская структура претерпевает масштабные разрушения в результате военных действий, последствия которых ликвидируются в годы восстановительных и реконструкционных работ. В статье произведен анализ роли первого и второго генеральных планов в развитии общей градостроительной системы города. Выявлены этапы трансформации объемно-планировочной структуры Харькова как административного, промышленного и научного центра. Указана обусловленность данной трансформации такими факторами как ландшафтно-географический, социально-экономический и политический. Раскрыта логика роста в радиальном направлении планировочной структуры города. Фиксируется расположение архитектурных ансамблей Харькова.

Ключевые слова: анализ генпланов, выявление этапов, факторы развития, значение магистралей, расположение доминант, специфика центра.

Введение. Революционные события 1917 г. привели к кардинальным изменениям, коснувшимся всех аспектов социального бытия, и развития градостроительной системы, в частности. По-особому эти изменения коснулись Харькова, поскольку в 1918 г. он был провозглашен столицей Украинской ССР. Это обстоятельство предопределило масштаб изменений градостроительной системы Харькова в период с 1922 г. до конца 1950-х гг.

С начала 1920-х гг. стали решаться вопросы реконструкции и нового строительства, начался сбор материалов для разработки генерального плана Харькова. Первому генеральному плану (1935 г.) предшествовал ряд предпроектных схем, в соответствии с которыми были приняты важные градостроительные решения, сыгравшие определяющую роль в развитии пространственно-планировочной структуры города. Путем реализации идеи города-спутника (промышленно-жилой район ХТЗ) впервые в Советском Союзе была претворена в жизнь идея «функционально-поточного зонирования», которое смогло обеспечить линейное развитие всех зон промышленного города [1]. Формирование города-спутника на расстоянии 12 км от границ города в юго-восточном направлении создало предпосылки для линейного развития планировочной структуры вдоль Московского проспекта.

Масштабные разрушения в годы оккупации в начале 1940-х гг. открыли перед градостроителями новые перспективы развития пространственно-планировочной структуры Харькова. В 1946 г. был утвержден второй Генплан Харькова, в соответствии с которым велись восстановительные и реконструкционные работы. Существенных корректировок в развитие планировочной структуры города второй генеральный план не внес, поскольку его положения были сформированы на основе первого генплана, однако в нем были намечены перспективные направления роста города, которые получили развитие в последующих генеральных планах.

Большинство научной литературы о Харькове, как общей градостроительной системе, отличается простой описательностью, без необходимой аналитической составляющей. Развитие планировочной структуры Харькова рассматривается без взаимосвязи с пространственной структурой и ландшафтно-географическими, социально-экономическими и политическими факторами. Однако, развитие общей градостроительной системы Харькова в период с 1920-х гг. до конца 1950-х гг. представляет собой сложный и динамичный процесс, в результате которого сформировались специфические черты объемно-пространственной структуры города. Указанный аспект определяет актуальность фундаментального исследования закономерности развития объемно-пространственной структуры Харькова,

которое охватывает опыт советского градостроительства на территории, некогда входившей в состав России.

Предметом данного исследования являются основные закономерности эволюции объемно-пространственной структуры Харькова с 1922 г. – 1955 г. Цель настоящей статьи – провести историко-градостроительный анализ общей объемно-пространственной структуры Харькова в период с 1922 г. – 1955 г. в контексте его формирования как крупного промышленного и главного административного центра.

Задачами исследования являются:

- выявить зависимость развития исторически сложившейся пространственно-планировочной структуры Харькова от качественно нового подхода к организации общегородской структуры, начатого в 1920-х гг.;
- выявить специфику трансформации и развития планировочной структуры городской ткани;
- выявить специфику развития каркаса улично-транспортной сети города в предвоенный и послевоенный периоды;
- выявить закономерность формирования и развития главных общегородских центров;
- обобщить результаты исследования в виде кратких Выводов.

Методика. Исследование проводилось методом ретроспективного и ландшафтного анализа и методом графического моделирования на основе картографического материала.

Этап довоенного развития объемно-планировочной структуры Харькова в составе СССР (1922—1941 гг.). В период с 1922 г. по 1941 г. в градостроительной ситуации Харькова произошли существенные изменения, касающиеся как объемно-пространственного, так и архитектурно-планировочного решения. Значительную роль в этом сыграл комплексный подход к решению таких важных градостроительных задач, как эффективное использование территории города в пределах его границ, реконструкция планировочного решения, проектирование коммунального обслуживания всех районов города, функциональное зонирование территории и др. [2].

Несмотря на то, что первый Генеральный план Харькова был утвержден в 1938 г., объемно-планировочная структура города к 1940 г. уже приобрела свои специфические черты. Это произошло по той причине, что с 1922 г. важные градостроительные решения принимались в соответствии с проектными схемами, некоторые из которых даже не имели необходимых предварительных расчетов [3]. Так, новый административно-деловой центр города был запроектирован

на свободной территории, что послужило толчком развития города в северном направлении. За административно-деловым центром образовался жилой район Загоспромья и в северном направлении получил развитие новый проспект Ленина.

В соответствии с проектными схемами 1920-х гг. было определено расположение новых промышленных предприятий и селитебных районов Харькова. Появились новые рабочие поселки на Холодной горе, Лысой горе, в Новой Баварии, Журавлевке и др. [3]. В юго-восточной части, в восьми километрах от города, образовался промышленно-жилой район Харьковского тракторного завода (ХТЗ). Его планировочная структура была решена уже с учетом санитарно-гигиенических норм, а жилой район имел регулярную систему застройки [4]. Расположение ХТЗ в общем градостроительном контексте дало мощный толчок развитию города в юго-восточном направлении вдоль Московского проспекта.

Развитие планировочной структуры Харькова 1920-х гг. характеризуется локальным решением задач без единой градостроительной концепции. Тем самым, новое строительство в некоторой степени продолжало тенденцию исторического развития города без кардинальных изменений. Поэтому первый Генеральный план Харькова 1933 г., основанный на комплексном подходе, оказал положительную роль на дальнейшее развитие как планировочной, так и объемно-пространственной структуры города. Несмотря на то, что этот план был полностью утвержден в 1938 г. с некоторыми корректировками, планировочная структура Харькова продолжила свой рост в контексте единого градостроительного развития и, вместе с тем, во взаимосвязи с историческим наследием [5].

«План социалистической реконструкции Харькова», выполненный под руководством инженера А. Л. Эйнгорна, был основан на перспективе развития промышленности Харькова. Валовая продукция промышленности должна была вырасти к концу проектного периода в четыре раза. Население Харькова под конец проектного периода должно было составить 1625 тысяч человек [5]. Генплан, среди прочего, предусматривал:

- функциональное зонирование и разделение территорий, обеспечивающее отделение селитебных территорий от промышленных и складских зон, от транспортных потоков;
- квартальную застройку селитебных районов жилыми комплексами вместо капиталистической усадебного типа застройки;

— специализацию и типизацию уличной сети по функциональному назначению, по роду движения и транспорту.

Кроме основных положений в генеральном плане решались дополнительно три вопроса, касающиеся реконструкции объемно-планировочной структуры города. Во-первых, — это преобразование планировочной структуры города из радиальной в радиально-кольцевую. Отсутствие секущих и полукольцевых магистралей в улично-дорожной сети города приводило к тому, что все транспортные потоки шли через центральную часть Харькова. Кроме этого, большую нагрузку

на центр города создавали транспортные потоки между тремя железнодорожными станциями, расположенными в разных частях города [6]. Авторы проекта решение этой проблемы выдели в создании автомагистрали Запад-Восток, которая предполагала соединение центрального вокзала и Московского проспекта путем устройства тоннеля в центральной части города. Помимо этого, были запроектированы две обходные полукольцевые магистрали: Юго-Восточная, соединяющая между собой центральный вокзал, станцию «Левада», Московский проспект, и Северо-Восточная, которая соединяла центральный вокзал с пл. Дзержинского и Нагорным районом.

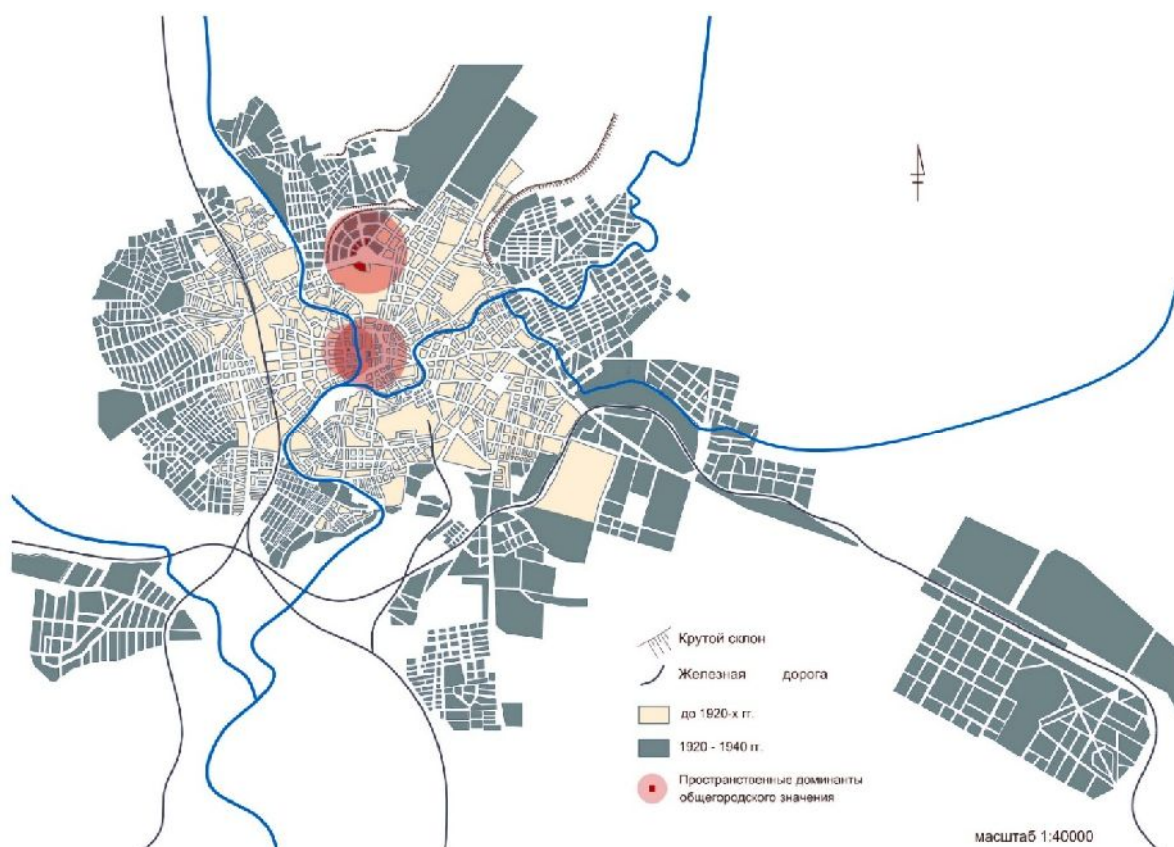


Рис. 1. Схема планировочной структуры Харькова в 1940 г. (Данная схема отображает динамику роста планировочной структуры города в период 1922 – 1941 гг. В целом рост городской ткани происходил равномерно в радиальном направлении, однако новый промышленно-жилой район ХТЗ наметил линейное развитие, обусловленное линиями ж/д путей.)

К 1940 г. объемно-планировочная структура Харькова приобрела свои уникальные черты. Масштаб городу задавал ансамбль площади Дзержинского. Планировочное и объемно-пространственное решение нового административно-делового центра было обусловлено особенностями рельефа местности. Несмотря на то, что ансамбль создавался на свободной от застройки территории, в планировочном отношении он был увязан как с центральной, западной, так и с северной частями города (рис. 1).

Изменения затронули и объемно-пространственную структуру Харькова. Если в дореволюционное время особое место в градостроительстве занимали вертикальные пространственные доминанты, то в советское время пристальное внимание было уделено поиску оригинальных приемов и новых архитектурных форм, в которых бы воплотились прогрессивные черты социалистической индустриализации: функциональная целесообразность, логическая простота и художественная выразительность. Многие

вертикальные пространственные доминанты с приходом советской власти были разрушены. На их месте строились здания бытового обслуживания, клубы, спортивные комплексы или возникали скверы и сады [7].

Главные магистрали города закрепили свои позиции в общей системе улично-дорожной сети: улица Екатеринославская, Московский проспект, улица Сумская и Змиевская дорога. Появились новые магистрали: проспект Ленина, спуск Пассионарии, назначение которых заключалось в том, чтобы соединить новый административно-деловой центр с другими районами города.

Не удалось осуществить идею создания секущих магистралей Север-Юг, Запад-Восток. Тем самым, улично-дорожная сеть продолжила тенденцию своего развития в радиальном направлении. Среди главных магистралей города особое место занимал Московский проспект, поскольку он стал самой длинной магистралью города из-за строительства ряда промышленных предприятий вдоль него.

В центральной части располагался исторический ансамбль. Основным акцентом его объемно-пространственной структуры была колокольня Успенского собора. В масштабах строительства советского времени колокольня постепенно утратила визуальную связь с другими объемно-пространственными доминантами дореволюционного времени.

Реконструкционные мероприятия объемно-пространственной структуры, проведенные до 1940 г., затронули в большей степени Нагорный район. В других исторических районах города: на Подоле, в Залопанской и Захарьковской частях в большей степени сохранилась малоэтажная застройка разных стилистических направлений.

Этап послевоенного развития объемно-планировочной структуры Харькова (1945–1955 гг.). Масштабы разрушений за время оккупации позволили по-новому взглянуть на реализацию градостроительных концепций, сформированных в первом генеральном плане. Если до войны реализация некоторых положений была затруднительна, то после войны появились большие возможности для реконструкционных мероприятий [8].

В основу Генерального плана Харькова 1946 г. был положен план 1938 г. Довоенный план со всеми исследовательскими материалами погиб во время оккупации. Его основные положения и графика восстанавливались по сохранившимся публикациям, отрывочным сведениям и воспоминаниям [9]. Генеральный план 1946 г. охватывал все основные вопросы планировки, восстановления и реконструкции города в установленный срок 20 лет, с выделением первой

очереди до 1955 г. Расчетная численность населения была принята: для первой очереди – 900 тысяч человек, для второй – миллион человек.

Основными положениями генерального плана 1946 г. были [10]:

1. Превращение радиальной схемы планировки в радиально-кольцевую.
2. Реконструкция центра города и его главных магистралей.
3. Эффективное использование городской территории и многоэтажное строительство.
4. Формирование городских ансамблей.
5. Определение перспективных возможностей развития городской структуры.

Рост городской территории был запроектирован в восточном направлении. На это решение повлияло два фактора: первый – спокойный рельеф местности, второй – район ХТЗ с многотысячным населением, который располагался на расстоянии восьми километров центра города.

Радиально-кольцевая схема планировочной структуры разрабатывалась для решения двух проблем. Во-первых, в системе улично-дорожной сети отсутствовали магистрали, которые связывали бы отдельные районы между собой, минуя центр города. А, во-вторых, – возникновение пустых территорий в отдельных секторах между радиальными магистралями. Для решения этих проблем, генеральным планом было предусмотрено создание в структуре улично-дорожной сети основного кольца, ряда полуколец и несколько тангенциальных магистралей [10].

Таким образом, в первой половине 1950-х гг. шли активные восстановительные и реконструктивные работы. Но не все, что предусматривалось Генеральным планом 1946 г., было осуществлено. Осталась, например, нереализованной идея создания главного кольца с секущими магистралями север-юг и запад-восток. По-прежнему основными транспортными артериями остались Московский и Ленинский проспект, Сумская улица и Екатеринославская, Змиевская дорога (проспект Гагарина). Идею полукольца удалось реализовать только в южной и западной частях города, где рельеф местности был спокойным. В северной и восточной частях этот процесс остался незавершенным из-за наличия резкого перепада в высотах и обрывистого склона.

Район ХТЗ, который в довоенный период находился на расстоянии нескольких километров от города, в середине 1950-х гг. слился с его планировочной структурой. Это произошло по причине того, что застройке Московского

проспекта уделялось особое внимание, как одной из парадных магистралей города. В результате этого, на свободной территории, между городом и районом ХТЗ, возникли новые жилые кварталы [11].

Многоэтажная застройка Харькова была сконцентрирована, главным образом, в центральном, северном, и юго-восточном районах города (рис. 2). Поскольку многоэтажное строительство в Харькове появилось в конце XIX – начале XX вв., его основной площадкой в капиталистический период был Нагорный район. В тоже время, многоэтажное строительство велось и в Центральной, и в Залопанской частях города, но в большей степени локально. Об этом свидетельствуют участки малоэтажной застройки, сохранившиеся в середине XX века на Подоле. В тридцатые годы и послевоенное время

многоэтажное строительство велось в северной части города – на площади Дзержинского, вдоль проспекта Ленина, и в юго-восточной части – вдоль Московского проспекта [12].

Малоэтажная застройка в 1950-х гг. располагалась в основном на окраинных территориях города, и представляла собой небольшие поселки с регулярной планировочной структурой. Некоторые из них – в западной и южной части города – сложились исторически, поскольку формирование планировочной структуры этих поселков происходило в непосредственной близости к промышленным предприятиям еще в капиталистический период. Основные площадки малоэтажного строительства в послевоенное время располагались в северной, восточной и юго-восточной частях города (рис. 2).

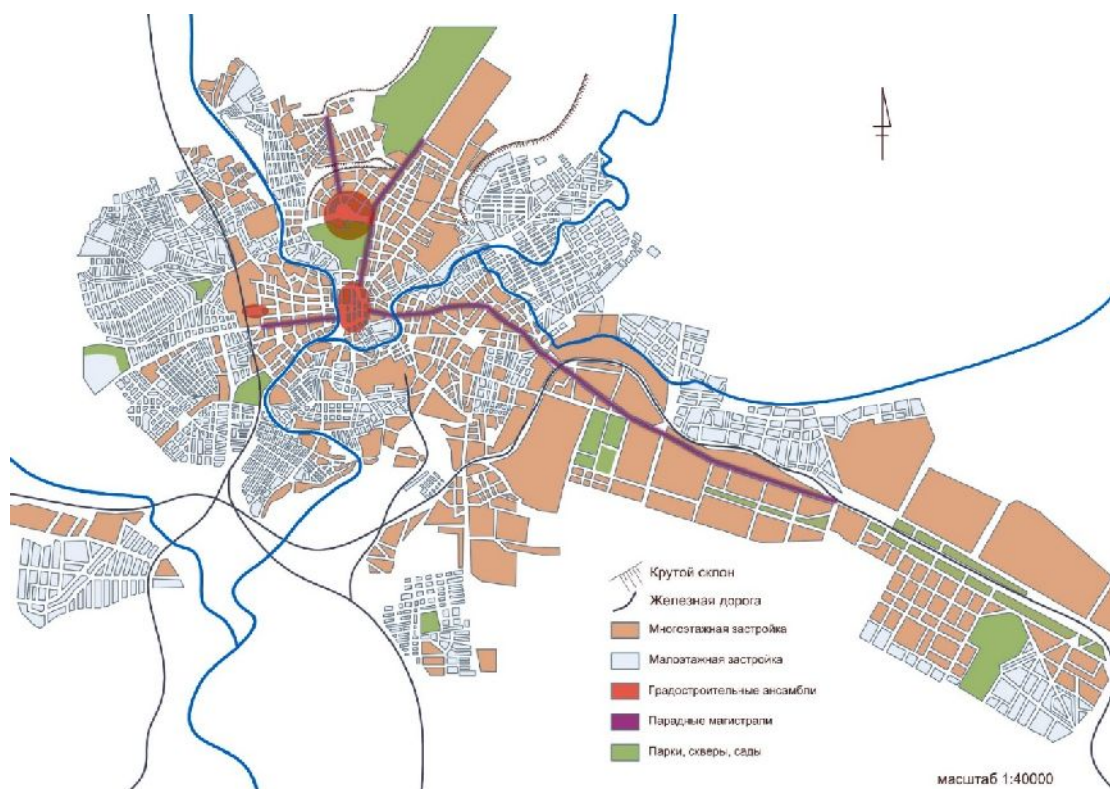


Рис. 2. Схема этажности застройки Харькова в середине XX в. (Данная схема выявляет специфику объемно-планировочной структуры города. Возникший в 1920-х гг. второй общегородской центр на пл. Дзержинского продолжил логику развития планировочного каркаса, повторив радиальную схему уличной сети. Многоэтажная застройка сконцентрирована вдоль основных транспортных артерий города)

Объемно-планировочная структура Харькова в послевоенное время характеризовалась неоднородностью. Это произошло по той причине, что во время реконструкции главных магистралей города уделялось особое внимание объемно-пространственному решению лишь только тем зданиям, которые располагались в начале магистрали или на ее пересечении с прилегающими улицами [13]. С одной стороны,

таким образом создавались акценты в пространственной структуре города, а с другой стороны возникал контраст в объемно-пространственном решении отдельных пространственных элементов улиц.

Во многом, неоднородность объемно-пространственной структуры города предопределило функциональное содержание планировочной структуры его отдельных районов. Например, в центральной части Харькова, где

сформировался исторический центр города. Уже в послевоенный период большую часть застройки в зоне исторического центра была многоэтажной и возвышалась в пять - девять этажей, поскольку перед градостроителями в то время стояла одна из главных задач – создание монументальных ансамблей города. А рядом, на Подоле стояли одно-двухэтажные жилые дома. Однородностью отличается лишь застройка рубежа веков в Нагорном районе, между Пушкинской и Сумской улицами.

Значительную долю в объемно-планировочной структуре Харькова занимали промышленные предприятия. Связующей нитью между промышленными гигантами и отдельными заводами, и фабриками в основном были линии железнодорожных путей. Расположение железной дороги в планировочной структуре города в многом определило формирование и развитие промышленной зоны.

Сравнительно небольшую площадь города занимала зона зеленых насаждений. Локальные пятна рекреационной зоны были неравномерно распределены в общей планировочной структуре города [14]. Единственным удачным примером

решения рекреационной зоны, которая органично вписывалась в структуру промышленно-жилого поселка – район ХТЗ. Городской парк и парк им. Шевченко в середине 1950-х гг. являлись основными площадками отдыха горожан, в то время как в большинстве поселков парки и сады полностью отсутствовали (рис. 2).

В общей объемно-пространственной структуре Харькова в середине 1950-х гг. выделялись два значимых сооружения: колокольня Успенского собора на Университетской горке и здание Госпрома на площади Дзержинского. Оба этих сооружения, различные по стилю и композиционному решению, играли важнейшую роль в градостроительной системе Харькова. Каждый из них задавал тон монументальным архитектурным ансамблям, которые сформировались как два центра Харькова с разным функциональным содержанием [15]. Один из них стал историческим центром города, а другой, советского периода, – административным, общественным и научным (рис. 3).

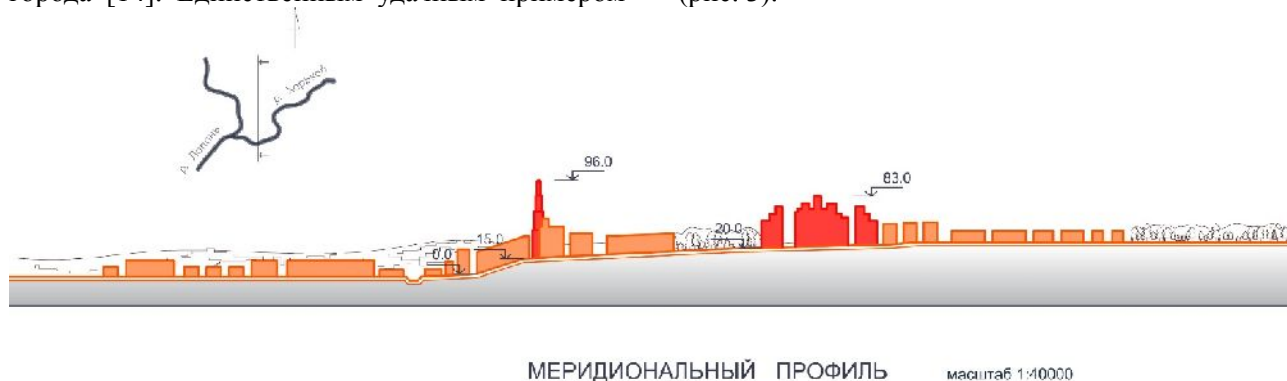


Рис. 3. Меридиональный профиль Харькова 1950-х гг. (Схема демонстрирует взаимосвязь ландшафта местности с местоположением общегородских доминант. Две пространственных доминанты обогащают силуэт панорамы города в меридиональном направлении. Объемно-пространственное решение обоих доминант подчинено масштабу застройки города)

Результаты. Выявлена специфика развития объемно-пространственной структуры Харькова с 1922 г. до конца 1950-х гг.

Выводы:

– Каркас уличной сети города с 1922 г. продолжил свое развитие в радиальном направлении.

– В период с 1920-х до начала 1940-х гг. наметилось линейное развитие городской ткани вдоль юго-восточной оси города вследствие формирования города-спутника (промышленно-жилого района ХТЗ).

– Развитие общей объемно-планировочной структуры в период с середины 1940-х до конца 1950-х гг. происходило последовательно, в

соответствии с положениями второго генерального плана.

– Эволюция объемно-пространственной структуры с 1922 г. до конца 1950-х гг. происходила поэтапно, на основе предпроектных схем и положений первого и второго генеральных планов, в контексте единого градостроительного развития и во взаимосвязи с ядром города.

– В середине XX века в каркасе улично-транспортной сети выделилось четыре парадных магистрали: Московский проспект, проспект Ленина, улица Сумская, улица Екатеринославская (Полтавский шлях).

– В общегородской пространственной структуре сформировалось два центра: исторический центр с высотной доминантой

(колокольня Успенского собора) и административно-деловой центр – площадь Дзержинского с доминантой общегородского значения (здание Госпрома). Вокруг исторического центра сформировалась радиальная сеть улиц. Площадь Дзержинского повлияла на характер уличной сети, которая повторила радиальную схему развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алферов И.А., Антонов В.Л., Любарский Р.Э. Формирование городской среды (на примере Харькова). М.: Стройиздат, 1977. 104 с.
2. Черкес Б.С. Разрушение, восстановление и поиски идентичности послевоенного советского города // Містобудування та територіальне планування. 2013. №49. С. 553–601.
3. Эйнгорн А.Л. Перепланировка и архитектурная реконструкция Харькова // Архитектура СССР. 1934. №2. С. 38–51.
4. Алешин В.Э. Развитие представления о социалистическом поселении в градостроительстве Украины в 1920-х – начале 1930-х годов [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://alyoshin.ru/Files/diss/al_diss_01.html (дата обращения: 13. 04. 2020).
5. Эйнгорн А.Л. Социалистическая реконструкция Харькова // Строительство. 1935. №4. С. 10–17.
6. Любарский Р.Э. Проектирование городских транспортных систем. Киев: Будівельник, 1984. 96 с.
7. Соловьев В.О., Сидоров В.И. Первая столица республики: Историко-публицистический очерк. Харьков, 2013. 116 с.
8. Бондаренко Б.А. История градостроительства и архитектуры Харькова. Харьков: Прапор, 1978. 72 с.
9. Касьянов А.М. Реконструкция центра Харькова // Архитектура СССР. 1934. №2. С. 52–55.
10. Шкодовский Ю.М., Лаврентьев И.Н. Харьков вчера, сегодня, завтра. Харьков: Фолио, 2002. 206 с.
11. Бондаренко Б.А. Архитектурные памятники Харьковщины. Харьков: Прапор, 1972. 192 с.
12. Лейбфрейд А.Ю., Полякова Ю. Ю. Харьков от крепости до столицы. Харьков: Фолио, 1998. 335 с.
13. Крыкин А. Реконструкция города Харькова // Архитектура СССР. 1954. №5. С. 14–18.
14. Эйнгорн А.Л. Схема перепланировки Харькова // Архитектура СССР. 1933. №6. С. 12–14.
15. Касьянов А.М. Харьков. Архитектурно-исторический очерк. Киев: Изд-во Академии архитектуры УССР, 1955. 108 с.

Информация об авторах

Быстрицкая Маргарита Андреевна, аспирант кафедры Теории и истории архитектуры. E-mail: daisy0@mail.ru. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4.

Поступила 15.04.2020

© Быстрицкая М.А., 2020

Bystritskaya M.A.

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

E-mail: daisy0@mail.ru

SPECIFICS OF THE DEVELOPMENT OF THE SPATIAL PLANNING STRUCTURE OF KHARKOV FROM 1922–1955

Abstract. The article is a continuation of the research devoted to the evolution of the spatial planning structure of Kharkiv. 1922–1955 is an important period of development of the city structure of Kharkiv. There is a rapid growth of the urban fabric, new construction is being intensively carried out, and historical buildings are being reconstructed. Industrial enterprises, administrative, public and residential buildings, scientific and medical institutions are being built. The historically established spatial planning structure is further developed considering pre-design schemes and the provisions of master plans. In the same period, the city-wide structure undergoes large-scale destruction as a result of military operations, the consequences of which are eliminated during the years of reconstruction. The role of the first and second master plans in the development of the overall urban planning system of the city is analyzed. The stages of transformation of the spatial planning structure of Kharkov as an administrative, industrial and scientific center are revealed. This transformation is conditioned by such factors as landscape-geographical, socio-economic and political. The logic of growth

in the radial direction of the planning structure of the city is revealed. The location of Kharkiv's architectural ensembles is recorded.

Keywords: *analysis of general plans, identification of stages, development factors, the importance of highways, the location of dominants, the specifics of the center.*

REFERENCES

1. Alferov I.A., Antonov V.L., Lubarsky R.E. Formation of the urban environment (Kharkov as an example) [Formirovaniye gorodskoy sredy (na primere Khar'kova)]. M.: Stroyizdat, 1977. 104 p. (rus)
2. Cherkes B.S. Destruction, restoration and search for the identity of the post-war Soviet city [Razrusheniye, vosstanovleniye i poiski identichnosti poslevoyennogo sovetskogo goroda]. Urban planning and territorial planning. 2013. No. 49. Pp. 553–601. (rus)
3. Eingorn A.L. Re-planning and architectural reconstruction of Kharkov [Pereplanirovka i arkhitekturnaya rekonstruktsiya Khar'kova]. Architecture of the USSR. 1934. No. 2. Pp. 38–51. (rus)
4. Aleshin V.E. Development of the concept of a socialist settlement in the urban planning of Ukraine in the 1920s-early 1930s [Razvitiye predstavleniya o sotsialisticheskom poselenii v gradostroitel'stve Ukrainy v 1920-kh - nachale 1930-kh godov] [Electronic resource]. System. requirements: Adobe Acrobat Reader. URL: http://alyoshin.ru/Files/diss/al_diss_01.html (accessed date: 13. 04. 2020). (rus)
5. Einhorn A.L. Socialist reconstruction of Kharkov [Sotsialisticheskaya rekonstruktsiya Khar'kova]. Building. 1935. No. 4. Pp. 10–17. (rus)
6. Lyubarsky R.E. Design of urban transport systems [Proyektirovaniye gorodskikh transportnykh sistem]. Kiev: Builder, 1984. 96 p. (rus)
7. Soloviev V.O., Sidorov V.I. The First Capital of the Republic: Historical and Publicistic Essay [Pervaya stolitsa respubliki: Istoriko-publitsisticheskiy ocherk]. Kharkov, 2013. 116 p. (rus)
8. Bondarenko B.A. History of urban planning and architecture of Kharkov [Istoriya gradostroitel'stva i arkhitektury Khar'kova]. Kharkov: Prapor, 1978. 72 p. (rus)
9. Kasyanov A.M. Reconstruction of the center of Kharkov [Rekonstruktsiya tsentra Khar'kova]. Architecture of the USSR. 1934. No. 2. Pp. 52–55. (rus)
10. Shkodovsky Yu.M., Lavrentyev I.N. Kharkov yesterday, today, tomorrow [Khar'kov vchera, segodnya, zavtra]. Kharkov: Folio, 2002. 206 p. (rus)
11. Bondarenko B.A. Architectural monuments of Kharkov region [Arkhitel'nyye pamyatniki Khar'kovshchiny]. Kharkov: Prapor, 1972. 192 p. (rus)
12. Leibfreid A.Yu., Polyakova Yu.Yu. Kharkov from the fortress to the capital [Khar'kov ot kreposti do stolitsy]. Kharkov: Folio, 1998. 335 p. (rus)
13. Krykin A. Reconstruction of the city of Kharkov [Rekonstruktsiya goroda Khar'kova]. Architecture of the USSR. 1954. No. 5. Pp. 14–18. (rus)
14. Eingorn A. L. Scheme of redevelopment of Kharkov [Skhema pereplanirovki Khar'kova]. Architecture of the USSR. 1933. No. 6. Pp. 12–14. (rus)
15. Kasyanov A.M. Kharkov. Architectural and historical essay [Khar'kov. Arkhitekturno-istoricheskiy ocherk]. Kiev: Publishing House of the Academy of Architecture of the Ukrainian SSR, 1955. 108 p. (rus)

Information about the authors

Bystritskaya, Margarita A. Postgraduate student. E-mail: daisy0@mail.ru. St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. Russia, 190005, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya St., 4.

Received 15.04.2020

Для цитирования:

Быстрицкая М.А. Специфика развития пространственно-планировочной структуры Харькова с 1922–1955 гг. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 69–76. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-69-76

For citation:

Bystritskaya M.A. Specifics of the development of the spatial planning structure of Kharkov from 1922–1955. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 69–76. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-69-76

Чечель И.П.*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова**E-mail: Golden-Line7 @yandex.ru*

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ И МЕЖВЕДОМСТВЕННОЙ ЕДИНОЙ НОРМЫ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются основные аспекты работы архитектора с нормативными документами системы нормирования, применяемой в техническом регулировании при строительстве зданий общеобразовательных учреждений РФ и Белгородской области.

Проведенный анализ действующей системы нормирования, подтвердил актуальность изучаемой проблемы, которая определяется необходимостью решения важной государственной задачи – создания безопасного и качественного современного здания общеобразовательной школы для строительства в Белгородской области и обоснованием принципиально новой системы взглядов на процесс архитектурного проектирования зданий общеобразовательных школ в современных условиях Белгородской области.

Автор рассматривает совершенствование информационного обеспечения для работы с нормативной базой в архитектурном проектировании зданий общеобразовательных школ Белгородской области, как важный ресурс и потенциально эффективный инструмент для работы архитектора. С этой целью автором разработаны предложения по созданию межведомственной региональной информационной системы нормативных документов (РИСНД) для архитекторов Белгородской области.

Ключевые слова: архитектурное проектирование, здание общеобразовательной школы, техническое регулирование в строительстве, система нормативных документов, информационная система, инструмент архитектора.

Введение. Миссией образования является реализация каждым гражданином своего позитивного социального, культурного, экономического потенциала. Для этого сфера образования должна обеспечивать доступность качественных образовательных услуг на протяжении жизни каждого человека [1].

Практика проектирования и строительства зданий школ существовала в России всегда, в советский период развивалась особенно интенсивно. Смена экономического строя в 90-е г. прошлого столетия на время приостановила это развитие. Однако, в настоящее время заметно стремление государства наверстать упущенное и выйти на новый уровень развития системы образования.

Начиная с 2018 г. на территории Российской Федерации реализуется национальный проект «Образование», утвержденный президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г. N 16. Национальный проект «Образование» направлен на достижение двух главных задач – обеспечение глобальной конкурентоспособности российского образования, вхождение РФ в число 10 ведущих стран мира по качеству общего образования, воспитание гармонично развитой и социально ответ-

ственной личности на основе духовно-нравственных ценностей народов Российской Федерации, исторических и национально-культурных традиций [2]. Ключевыми направлениями развития системы образования обозначены: обновление содержания, создание необходимой современной инфраструктуры, подготовку кадров для работы в системе, создание наиболее эффективных механизмов управления отраслью. Бюджет программы составляет 784 млрд. 500 млн. руб., реализовать проект планируется с 2019 по 2024 г. В рамках Проекта продолжается реализация программы по созданию новых мест в общеобразовательных организациях, к 2023 г. будет создано 24,5 тыс. новых ученических мест для детей, проживающих в сельской местности, к 2021 году будет полностью ликвидировано обучение в 3-ю смену [2].

В настоящее время в Белгородской области насчитывается 551 школа: 534 муниципальных организаций, 13 государственных и четыре негосударственные [3], что недостаточно для решения комплекса задач, связанных с изменением подходов в организации системы общего образования [21]. Приоритетом государственной политики региона является обеспечение доступности общего образования и повышение качества результатов образования на разных уровнях [1]. В

настоящее время в Белгородской области реализуется Государственная программа "Создание новых мест в общеобразовательных организациях Белгородской области", утвержденная постановлением Правительства Белгородской области от 29.12.2015 г. № 498-пп. Реализация Программы проходит в два этапа: первый этап – 2016–2020 гг., второй этап – 2021–2025 гг. Общий планируемый объем финансирования государственной программы с 2016 по 2025 гг. составит более 17 млрд. руб.

Задачами Программы являются: увеличение числа новых мест в общеобразовательных организациях к 2025 году на 19649 мест, обеспечение односменного режима обучения (сейчас в регионе вторая смена есть в 24 учебных заведениях) и выполнение комплекса мер по приведению технического состояния зданий общеобразовательных организаций в соответствие с нормативными требованиями комплексной безопасности, требованиями строительных норм и правил, санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам [1]. В объемы капитального строительства области заложены необходимые финансы для ремонта 309 школ к 2030 г., при этом проектами на строительство должны быть предусмотрены места активного и тихого отдыха, зоны общения и самоподготовки, создана благоприятная среда для детей с ограниченными возможностями здоровья (**сегодня лишь в 49 % школ есть доступная среда**). Территория школ должна быть удобной как для игр и занятий спортом, так и для прогулок [3].

Переход школ региона на обучение в одну смену будет способствовать переходу образовательного учреждения на новую систему работы – «школа полного дня». В настоящее время в регионе реализуется стратегия «Доброжелательная школа» на 2019–2021 годы, разработанная департаментом образования Белгородской области [4], которая будет представлять собой модель «школы полного дня» и будет включать в себя учебный и развивающий блоки. До 2021 года 40 % школ, гимназий и лицеев Белгородской области перейдут на новый режим работы. Так, в текущем учебном году к проекту будут подключены 48 общеобразовательных учреждений, через год их станет уже 100, а в 2021-м – 248 из 551 [5].

В настоящее время прослеживается тенденция к тому, что здание школы становится центром притяжения для населения и принимает на себя функцию социокультурного центра населенного пункта (территории, жилого района, микрорайона), занимая главенствующее место в его градостроительной структуре [22]. С помо-

щью внедрения и развития сетевой формы реализации образовательных программ возможно привлечение к задачам образования библиотек, музеев, спортивных учреждений. А для небольших районов целесообразно создание единого центра, который мог бы объединить под одной крышей социальные учреждения, а также учреждения дополнительного и общего образования [6]. В рамках плана мероприятий федерального проекта «Современная школа» [7] национального проекта «Образование» в РФ создана федеральная сеть центров цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста». Эти центры, как структурные подразделения общеобразовательных организаций, осуществляющих образовательную деятельность, расположенных в сельской местности и малых городах РФ, направлены на формирование современных компетенций и навыков у обучающихся, в том числе по учебным предметам «Технология», «Информатика», «Основы безопасности жизнедеятельности». Центры выполняют функцию общественного пространства для развития общекультурных компетенций, цифровой грамотности, шахматного образования, проектной деятельности, творческой, социальной самореализации детей, педагогов, родительской общности. Совокупность образовательных организаций, на базе которых будут созданы Центры, составит федеральную сеть Центров образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста» [8].

Таким образом, реализация масштабных планов государства по модернизации системы общего образования, в целом, и в Белгородской области, в частности, способствует тому, что здания общеобразовательных школ трансформируются в многофункциональные образовательные центры. Это объясняет повышенные требования, которые предъявляются к проектированию и строительству этих зданий, как со стороны государства, так и со стороны пользователей.

Основная часть. Автором выполнен анализ развития функционально – планировочной структуры зданий общеобразовательных школ Белгородской области (1917–2020 гг.) [23, 24], а также анализ нормативной базы, необходимой для применения в архитектурном проектировании школьных зданий.

Проведенное исследование показало эволюционное развитие здания общеобразовательной школы в Белгородской области, как одного из основных функционально-типологических групп зданий общественного назначения. Из небольших по строительному объему провинциальных зданий с ограниченным набором функций, они трансформировались в многофункциональные

здания сложной объемно-планировочной структуры. Параллельно развитию функционально-типологических особенностей здания, шло развитие системы нормативных документов РФ, необходимой для проектирования. Отправной точкой в строительном нормировании можно считать документы, регулирующие строительство школ в 1935 г. в СССР [15-20].

В 2002 г. в РФ был принят Федеральный Закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 N 184-ФЗ, в соответствии с которым, для обеспечения безопасности и качества зданий на основе единых требований государством осуществляется техническое регулирование всех процессов, связанных со строительством, в том числе – подготовка проектной документации и

архитектурное проектирование [9]. Реализация положений ФЗ осуществляется на основе системы нормативных документов, которая является составляющей системы технического регулирования в РФ.

В разработке нормативных документов принимают участие структуры – регуляторы градостроительной деятельности (МинСтрой, МинЗдрав, МЧС и др.) [10–14], которые формулируют требования к объекту нормирования в рамках своих компетенций. Эти требования зачастую дублируют или противоречат друг другу, количество их избыточно и, в целом, в системе нормативных документов присутствует ведомственная разобщенность (рис. 1).

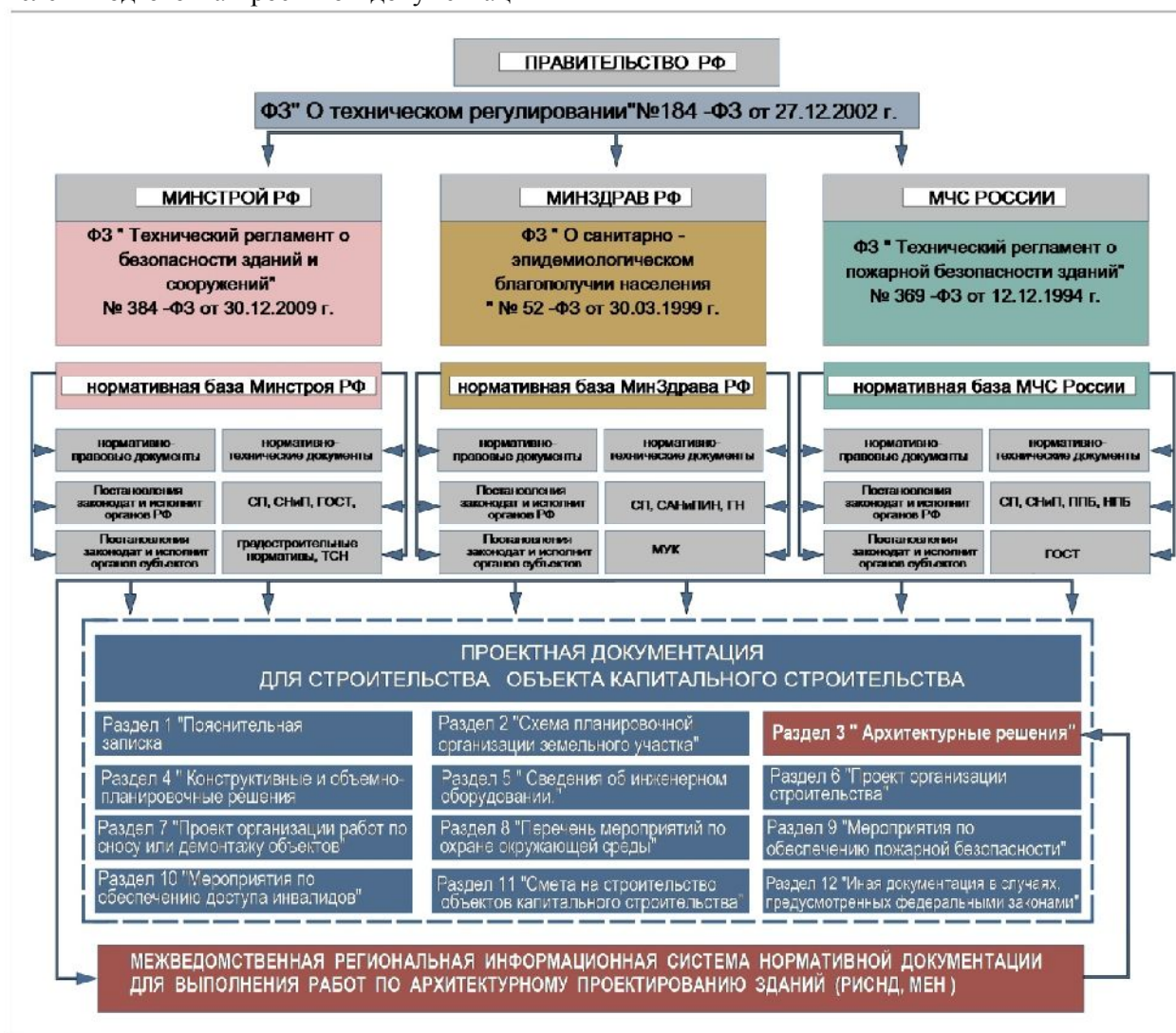


Рис. 1. Нормативная база для подготовки проектной документации на строительство зданий, с включением авторской информационной системы нового формата (РИСНД). Разработал асс. Чечель И.П.

В результате несбалансированности системы, современные архитекторы функционируют в условиях большого объема постоянно изменяющейся нормативной информации, которую необходимо оперативно анализировать и гра-

мотно применять. Нормативные документы содержатся в различных информационных системах, основными из которых являются ИСОГД, Норма-С, Строй-консультант, Техэксперт, Кодекс. Эти системы являются местом хранения электронных версий нормативных документов,

имеющих отношение ко всем элементам строительной отрасли.

Отсутствие у архитектора эффективного инструмента для работы с нормативами, ограничивает его возможности в творческом поиске и в разработке архитектурных решений, обеспечивающих безопасность и качество проектируемых зданий.

Данное исследование рассматривает совершенствование информационного обеспечения для работы с нормативной базой в архитектурном проектировании зданий общеобразовательных школ Белгородской области, как важный ресурс и потенциально эффективный инструмент в работе архитектора. По мнению автора, архитектору необходим специальный инструмент, которым должен стать информационный документ нового формата, содержащий интегрированные требования к объекту нормирования различных регуляторов – участников градостроительной деятельности. Инструмент определен как межведомственная региональная информационная система нормативных документов (РИСНД).

Основными *предпосылками* к разработке РИСНД являются:

- высокие требования заказчика к архитектурным решениям по созданию самобытных и выразительных зданий общеобразовательных школ;
- сложная функционально-планировочная структура зданий и появление новых типологических групп школьных зданий – социокультурного общеобразовательного центра, школы «полного дня» и «доброжелательной школы»;
- необходимость выполнения нормативных требований, относящиеся к другим функционально-типологическим группам зданий и помещений общественного назначения, в т.ч. многофункциональным зданиям;
- необходимость выполнения нормативных требований, относящихся к объемно-планировочным элементам, не предусмотренных ранее типологией школьных зданий (атриумные, многоуровневые пространства, использование крыш и др.);
- необходимость совершенствования качества и повышения уровня безопасности архитектурных решений (требования Федерального Закона "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ);
- количественное увеличение регуляторов градостроительной деятельности и их требований к объекту нормирования;
- необходимость повышения эффективности и производительности труда архитектора;
- актуальным является не только выполнение обязательств по подготовки документации в

договорные сроки, но и их сокращение.

- необходимость снижения количества ошибок. Ошибки и неточности в проектных решениях встречаются постоянно, однако, чем раньше они диагностируются и локализуется, тем меньше затраты на последующую корректировку всей проектной документации. Устранение ошибок на каждом из последующих этапов работы над проектной документацией, повышает цену ошибки. Оптимальным является устранение (недопущение) ошибки на стадии разработки концепции и (или) эскизного проекта.

- от повышения качества проекта и сокращения сроков, снижаются финансовые и репутационные потери, растет позитивная оценка со стороны заказчика.

Для оптимизации процесса работы с нормативными документами автором под руководством заслуженного архитектора РФ Чечель И.Н. и доктора архитектуры, профессора Перьковой М.В. разработана информационная система нового формата – межведомственная региональная информационная система нормативных документов (РИСНД) для выполнения работ по архитектурному проектированию общественных зданий, в первую очередь – зданий общеобразовательных школ Белгородской области.

Для определения нового инструмента вводятся понятия межведомственной региональной системы нормативных документов (РИСНД) и межведомственной единой нормы (МЕН), которые представляют собой пакеты электронных документов, предназначенные для использования при проектировании одного определенного типа общественного здания, содержащие в себе интегрированные требования регуляторов градостроительной деятельности к объекту нормирования.

Для обновления, оптимизации и совершенствования работы с нормативными документами в области архитектурного проектирования **разработаны предложения** по созданию информационной системы нового формата для работы с нормативами при выполнении работ по архитектурному проектированию зданий общеобразовательных школ в Белгородской области.

1) Впервые **определен особый тип** информационной системы и документа нового формата – РИСНД и МЕН, предназначенные для выполнения работ по архитектурному проектированию зданий.

2) Впервые **дано определение терминов** РИСНД и МЕН.

Межведомственная региональная информационная система нормативных документов (РИСНД) – это информационная система нового формата для выполнения работ по архитектур-

ному проектированию, сформированная по типологическим группам общественных зданий и объединяющая в себе интегрированные требования к объектам нормирования заинтересованных регуляторов градостроительной деятельности.

Межведомственная единая норма (МЕН) – это основной документ нового формата системы РИНСД для выполнения работ по архитектурному проектированию, сформированный по функциональным группам общественного здания определенной типологии (например, здание общеобразовательной школы) и объединяющий интегрированные требования к элементам объекта нормирования заинтересованных регуляторов градостроительной деятельности.

РИНСД и МЕН – это пакет электронных документов, представляющих собой единый достоверный источник информации для архитектурного проектирования общественного здания.

3) Система (РИНСД) *предназначена*:

- для архитекторов и проектировщиков, ведущих архитектурное проектирование и (или) разработку архитектурного раздела проектной документации для зданий общеобразовательных школ в Белгородской области, и позволяет получить интегрированные требования к объекту нормирования;

- для заказчиков, которые через документы системы получают доступ к данным, очерчивающим весь комплекс требований, необходимых для создания безопасного объекта строительства, смогут оценить сложность, уровень и качество принятых архитектурных решений;

- для инвесторов и потенциальных владельцев объектов недвижимости, которые через документы системы получают доступ к данным, определяющим инвестиционную привлекательность объекта;

- для органов, регулирующих градостроительную деятельность, которые для ведения надзора за объектом строительства получают из документов системы РИНСД доказательную базу, подтверждающую выполнение законодательных актов и Федеральных Законов РФ в сфере безопасности зданий;

- для преподавателей архитектурных вузов – для повышения качества подготовки и организации нормативно-ориентированного метода обучения (рис. 2).

4) Информационная система (РИНСД) *основана на принципах*:

- доступности, основанном на свободном доступе пользователя на портале;

- целостности, основанном на совокупности интегрированных требований к объекту нормирования регуляторов градостроительной деятельности;

- оптимальности, основанном на оптимизации процесса проектирования для облегчения труда архитектора;

- саморегулирования, основанном на принципе действия саморегулирования, когда инициатива по совершенствованию информационной системы исходит «снизу», в данном случае – от архитектора;

- функциональных групп, основанном на структурировании информационной системы нормативных документов нового формата на основе типологии и функциональных групп общественных зданий и отборе действующих нормативов необходимых непосредственно для архитектурного проектирования конкретного объекта;

- параметрического нормирования, основанного на описании функциональных требований к объекту (или его элементам) нормирования.

5) **Структура** РИНСД представляет собой иерархическую модель в виде древовидной структуры, состоящей из элементов различных уровней. По степени распределенности относится к секционированным в целях повышения управляемости, производительности и доступности большого объема нормативных требований. Критерием разделения данных является типология архитектурных объектов. База данных является нехронологической, так как содержит только действующие нормативные документы (текущие данные).

Разработана теоретическая модель региональной информационной системы нового формата (РИНСД) и сформулированы основные особенности и ее алгоритм (рис. 2).

При разработке теоретической модели РИНСД применены подходы:

- Системный подход – процесс рассмотрения любой системы взаимосвязанных элементов.

- Процессный подход – представление любой системы в качестве совокупности процессов.

- Функциональный подход – предусматривает четкое закрепление за каждой структурной единицей набора функций и нормативных требований.

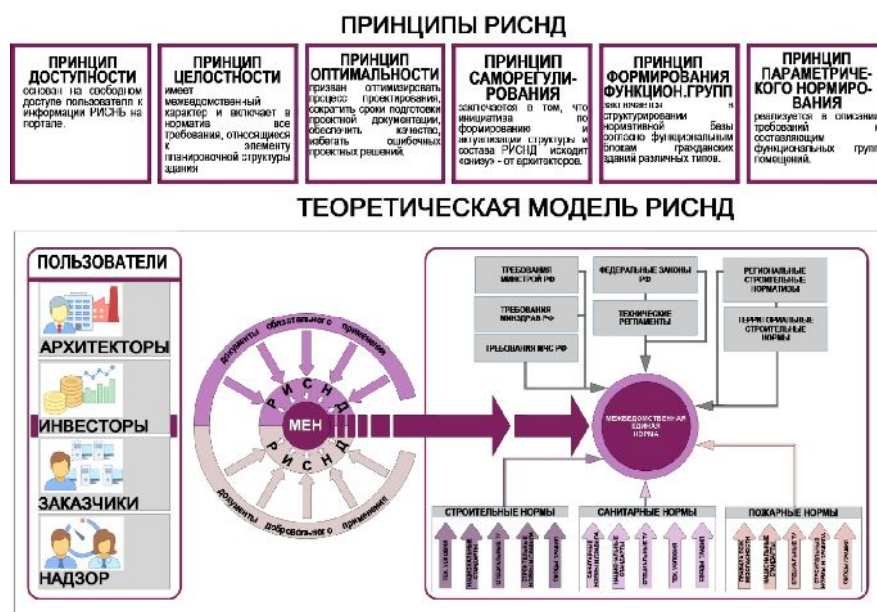


Рис. 2. Принципы, пользователи и теоретическая модель РИСНД. Разработал асс. Чечель И.П.

6). **Алгоритм формирования структуры РИСНД** представляет собой следующую последовательность действий:

Формирование электронной базы РИСНД из действующих нормативных документов регуляторов градостроительной деятельности, необходимых для выполнения работ по архитектурному проектированию зданий общеобразовательных школ Белгородской области:

- отбор нормативных документов различных регуляторов, необходимых для выполнения работ по архитектурному проектированию, на основе анализа реализованных проектов зданий общеобразовательных школ Белгородской области;
- отбор нормативных документов различных регуляторов градостроительной деятельности, на основе анализа замечаний государственной экспертизы проектов и смет к реализованным проектам зданий общеобразовательных школ Белгородской области;
- разработка перечня нормативных документов по результатам отбора;
- формирование электронной базы нормативных документов по результатам отбора.

Определение смысловых блоков РИСНД:

- систематизация информации электронной базы нормативных документов по результатам проведенного отбора в соответствии с основными функционально-типологическими группами зданий и сооружений и помещений общественного назначения;
- компоновка нормативных документов в смысловые блоки РИСНД – межведомственные единые нормы (МЕН), в соответствии с основными функционально-типологическими группами зданий;

– разработка перечня смысловых блоков РИСНД (МЕН-1 –здания учреждений образования, МЕН-1.1- школы, МЕН -1-2 –ДУ, МЕН-2 – здания учреждений культуры);

– в электронном документе каждый смысловой блок представляет собой активную ссылку, нажав на которую пользователь переходит в раздел «Смысловые блоки –типологические группы».

Присвоение идентификаторов смысловым частям здания:

- разбивка функционально-планировочной структуры здания общеобразовательной школы (на основе реализованных проектов Белгородской области) для определения смысловых частей здания , согласно его функциональным группам и помещениям;
- присвоение идентификаторов смысловым частям здания, разработка таблицы идентификаторов и их описание, например, У.Н.1.К (классные комнаты), У.Н.1.Р. (вестибюли, рекреации).

Формирование межведомственной единой нормы (МЕН):

- разработка перечня смысловых частей здания (МЕН 1-1-1-учебные блоки, МЕН 1-1-2- рекреации);
- создание объединенного норматива по каждому идентификатору, представляет собой описание совокупности интегрированных требований регуляторов градостроительной деятельности к смысловым частям здания;
- в электронном документе каждый смысловой блок представляет собой активную

электронного пакета информационных документов РИСНД всех идентифицированных элементов (рис. 3).

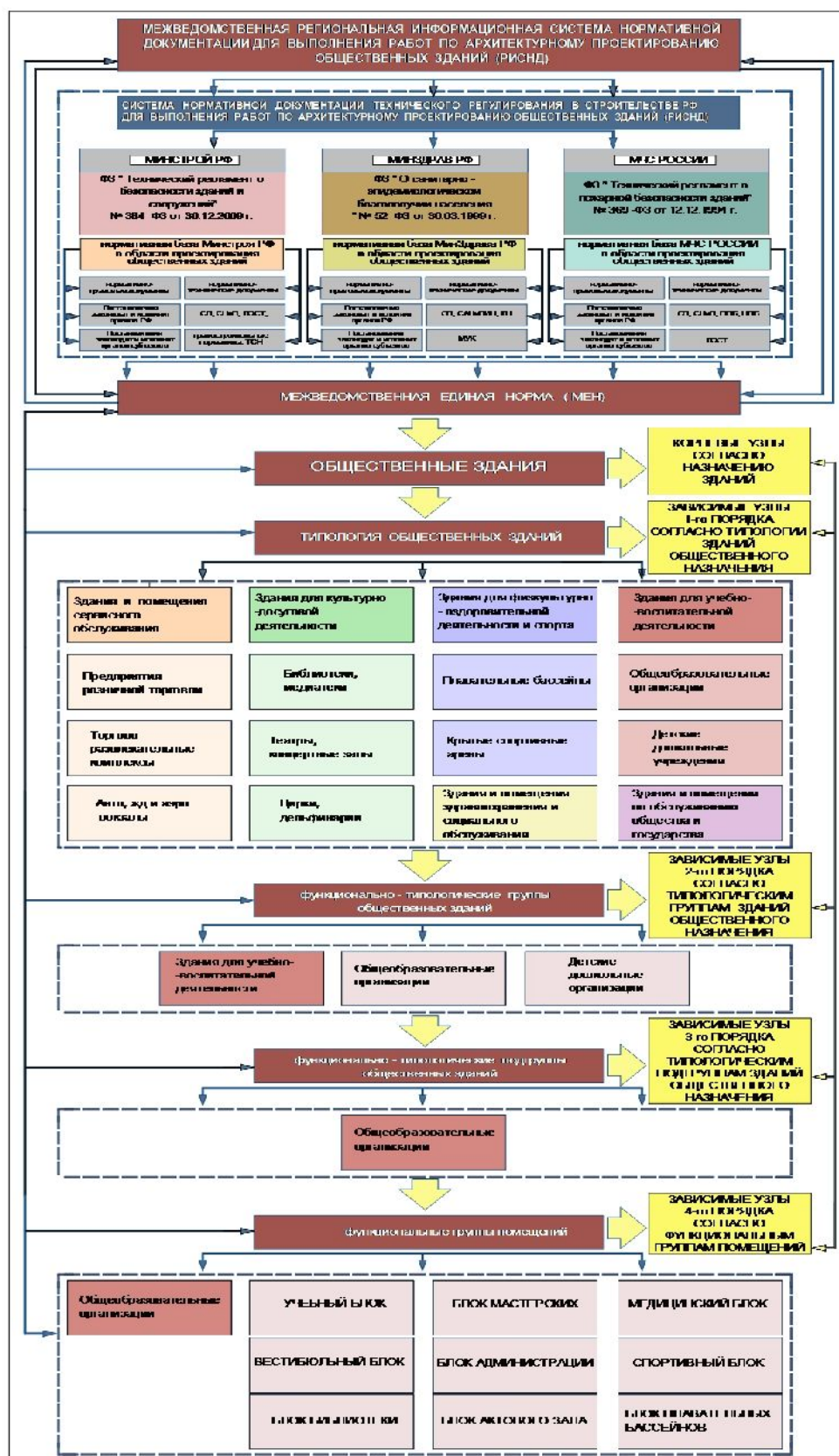


Рис. 3. Структура РИСНД. Разработал асс.Чечель И.П.

Выводы.

1. Выявлены и проанализированы основные информационные системы РФ, связанные со строительной отраслью РФ и определены предпосылки к созданию информационной системы нового формата – специального инструмента для работы архитектора с нормативными документами в архитектурном проектировании зданий общеобразовательных школ Белгородской области.

2. Разработаны предложения по созданию региональной информационной системы нормативных документов нового формата (РИСНД) для применения в архитектурном проектировании зданий общеобразовательных школ в Белгородской области.

3. Дано определение новым терминам РИСНД и МЕН.

4. Сформулированы основные положения, определен круг пользователей.

5. Разработаны принципы и структура функционального наполнения системы.

6. Определены особенности архитектурного проектирования с использованием информационной системы РИСНД. Они состоят в алгоритме применения системы, который представляет собой ряд последовательных действий работы с таблицами МЕН.

7. В результате разработки новой системы РИСНД архитектор получит для работы объективный информационный документ нового формата, интегрирующий в себе необходимое количество информации для проектируемого элемента или части здания, в основе которого лежат действующие нормативные документы системы технического регулирования всех заинтересованных регуляторов градостроительной деятельности в РФ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственная программа "Создание новых мест в общеобразовательных организациях Белгородской области" Постановление Правительства Белгородской области от 29 декабря 2015 г. N 498-пп (в ред. постановления Правительства Белгородской области от 24.12.2018 N 512-пп) <http://docs.cntd.ru/document/550347302>

2. Паспорт национального проекта "Образование" (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. N 16)) <https://base.garant.ru/72192486/#friends>

3. <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fbel.ru%2Fnews%2Fsociety%2F08-09-2019%2Fshkola-polnogo-dnya-kogo-nagruzyat-bolshe-uchenikov-ili-uchiteley>

4. Постановление Правительства Белгородской области от 20.01.2020 № 17 –пп «От утверждении стратегии «Доброжелательная школа» на период 2020–2021»

<http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW404;n=71596#03895993982903>

5. <https://belregion.ru/press/news/index.php?ID=32790>

6. <https://strategy24.ru/rf/education/projects/natsionalnyy-proekt-obrazovanie>

7. Федеральный проект «Современная школа»

<https://new.avo.ru/documents/33446/1306658/%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F+%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0.pdf/82dc2bf1-04ce-9d57-5f14-6f94d1bce9aa>

8. Точка роста <http://belrn.ru/2019/09/24/v-belgorodskom-rayone-otkryty-tochki/>

9. Федеральный закон "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ (последняя редакция) Статья 5.1. Особенности технического регулирования в области обеспечения безопасности зданий и сооружений (введена Федеральным законом от 30.12.2009 N 384-ФЗ)

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ Дата обращения 04.03.2020 г.

10. Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009/ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, дата обращения 18.03.2020 г.

11. Федеральный закон № 369-ФЗ от 12.12.1994 «Технический регламент о пожарной безопасности зданий» http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, дата обращения 18.03.2020 г.

12. Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, дата обращения 18.03.2020 г.

13. Федеральный закон "Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений" от 25.02.1999 N 39-ФЗ (последняя редакция) http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, дата обращения 18.03.2020 г.

14. СНиП 10-01-94 – Система нормативных документов в строительстве. Основные положения.

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, дата обращения 18.03.2020 г.

15. Гельфонд А.Л., Новгород Н. Архитектурная типология общественных зданий и сооруже-

ний: учеб, пособие. Рекомендовано УМО по образованию в области архитектуры Министерства образования РФ. Изд-во ННГАСУ, 2010. 213 с.

16. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий. ИНФРА-М, 2018.

17. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: учеб, пособие. Допущено Министерством образования РФ. Москва: «Архитектура-С», 2006. 280 с.

18. Кузнецов С.Я. Проектирование общеобразовательных школ. Методическое пособие. М. МАРХИ. 2010г.

19. Адамович В.В. Бархин Б.Г., Варежкин В.А. и др. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. Л.: Стройиздат; Издание 2-е, перераб. и доп., 1985. 543 с.

20. Захарьевская М. А. Общественные здания. Л.: ЛИСИ, 1972.

21. Перькова М.В., Бутко О.В. Анализ обеспеченности образовательными учреждениями территории Белгородской агломерации // В сборнике: Наукоемкие технологии и инновации.

Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 167–173.

22. Перькова М.В. Характеристика обеспеченности образовательными учреждениями территории субурбии Белгородской агломерации // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 11. С. 95–98.

23. Чечель И.П., Чечель И.Н. Развитие архитектуры общеобразовательных школ в Белгородской области в 1960-1970 гг. // Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений» (21 ноября 2019 г.), Курск. ПГС-06. С. 296–300.

24. Чечель И.П., Чечель И.Н. Развитие архитектуры общеобразовательных школ в Белгородской области в 1980-1990 гг. // 4-я Международная научная конференция перспективных разработок молодых ученых «Наука молодых – будущее России» (10-11 декабря 2019 г.), Курск. МЛ-41. С. 402–408.

Информация об авторах

Чечель Иван Павлович, аспирант, ассистент кафедры архитектуры и градостроительства. E-mail: Golden-Line7@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 20.03.2020

© Чечель И.П., 2020

Chechel I.P.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

E-mail: Golden-Line7@yandex.ru

FORMATION OF THE STRUCTURE OF REGIONAL INFORMATION SYSTEM REGULATIONS AND THE INTERAGENCY UNIFORM STANDARDS IN ARCHITECTURAL DESIGN OF BUILDINGS OF GENERAL EDUCATION SCHOOLS IN BELGOROD REGION

Abstract. *The article discusses the main aspects of the architect's work with the normative documents used in technical regulation in the construction of buildings of educational institutions in the Russian Federation and the Belgorod region. The analysis of the current standardization system confirmed the relevance of the studied problem, which is determined by the need to solve an important state task – the creation of a safe and high-quality modern building of secondary schools for construction in the Belgorod region and the justification of a fundamentally new system of views on the process of architectural design of buildings of general education schools in modern conditions of the Belgorod region. The author considers the improvement of information support for working with the regulatory framework in the architectural design of buildings of secondary schools in the Belgorod region as an important resource and potentially effective tool for the work of an architect. For this purpose, the author has developed proposals for creating an interdepartmental regional information system of normative documents (RISND) for architects of the Belgorod region.*

Keywords: *architectural design, general education school building, technical regulation in construction, system of normative documents, information system, architect's tool.*

REFERENCES

1. State program "Creating new places in educational organizations Belgorod region" Resolution

Of the government of the Belgorod region of December 29, 2015 N 498-PP (as amended by the resolution Of the government of the Belgorod region of 24.12.2018 N 512-PP) [Gosudarstvennaya pro-

gramma "Sozдание novy'x mest v obshheobrazovatel'ny'x organizatsiyax Belgorodskoj oblasti"] <http://docs.cntd.ru/document/550347302> (rus)

2. Passport of the national project " Education "(approved by the Presidium of the presidential Council Russian Federation on strategic development and national projects (Protocol of December 24, 2018 N 16)) [Pasport nacional'nogo proekta "Obrazovanie"]. <https://base.garant.ru/72192486/#friends> (rus)

3. <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fbel.ru%2Fnews%2Fsociety%2F08-09-2019%2Fshkola-polnogodnya-kogo-nagruzyat-bolshe-uchenikov-ili-uchiteley>

4. Resolution Of the government of the Belgorod region of 20.01.2020 № 17-PP "From approval of the "Friendly school" strategy for the period 2020-2021" [Postanovlenie Pravitel'stva Belgorodskoj oblasti ot 20.01.2020 № 17 –pp « Ot utverzhdenii strategii «Dobrozhelatel'naya shkola» na period 2020–2021»]. <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW404;n=71596#03895993982903> (rus)

5. <https://belregion.ru/press/news/index.php?ID=32790>

6. <https://strategy24.ru/rf/education/projects/natsionalnyy-proekt-obrazovanie> .

7. Federal project " Modern school» [Federal'ny'j proekt «Sovremennaya shkola»]. <https://new.avo.ru/documents/33446/1306658/%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F+%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0.pdf/82dc2bf1-04ce-9d57-5f14-6f94d1bce9aa> (rus)

8. Growth point [Tochka rosta]. <http://belrn.ru/2019/09/24/v-belgorodskom-rayone-otkryty-tochki/> (rus)

9. Federal law "on technical regulation" of 27.12.2002 N 184-FZ (last revision) Article 5.1. Features of technical regulation in the field of ensuring the safety of buildings and structures (introduced by the Federal law of 30.12.2009 N 384-FZ) [Federal'ny'j zakon "O texnicheskom regulirovanii" ot 27.12.2002 N 184-FZ (poslednyaya redakciya) Stat'ya 5.1. Osobennosti texnicheskogo regulirovaniya v oblasti obespecheniya bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij (vvedena Federal'ny'm zakonom ot 30.12.2009 N 384-FZ)]. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ accessed 04.03.2020 (rus)

10. Federal law No. 384-FZ of 30.12.2009 " Technical regulations on safety of buildings and structures " from 30.12.2009 [Federal'ny'j zakon № 384-FZ ot 30.12.2009 «Texnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij» ot 30.12.2009].

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, accessed 18.03.2020. (rus)

11. Federal law No. 369-FZ of 12.12.1994 " Technical regulations on fire safety building safety" [Federal'ny'j zakon № 369-FZ ot 12.12.1994 «Texnicheskij reglament o pozharnej bezopasnosti zdaniy»]. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, accessed 18.03.2020. (rus)

12. Federal law No. 52-FZ of 30.03.1999 " on sanitary and epidemiological surveillance well-being of the population" [Federal'ny'j zakon № 52-FZ ot 30.03.1999 «O sanitarno-e'pidemiologicheskoy blagopoluchii naseleniya»]. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, accessed 18.03.2020. (rus)

13. Federal law " on investment activity in the Russian Federation, "in the form of capital investments" from 25.02.1999 N 39-FZ (last edition) [Federal'ny'j zakon "Ob investitsionnoy deyatel'nosti v Rossijskoj Federacii, osushhestvlyayemoj v forme kapital'ny'x vlozhenij" ot 25.02.1999 N 39-FZ (poslednyaya redakciya)]. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, accessed 18.03.2020. (rus)

14. SNiP 10-01-94 - system of normative documents in construction. Main positions. [SNiP 10-01-94 – Sistema normativny'x dokumentov v stroitel'stve. Osnovny'e polozheniya]. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, accessed 18.03.2020. (rus)

15. Gelfond A.L. Architectural typology of public buildings and structures [Arxitekturnaya tipologiya obshhestvenny'x zdaniy i sooruzhenij]: textbook, manual. Recommended by UMO for education in the field of architecture of the Ministry of education of the Russian Federation. A. L. Gelfond. N. Novgorod: NNGASU Publishing house, 2010. 213 p. (rus)

16. Gelfond A.L. Architectural design of public buildings. [Arxitekturnoe proektirovanie obshhestvenny'x zdaniy]. INFRA-M, 2018. (rus)

17. Gelfond A.L. Architectural design of public buildings and structures [Arxitekturnoe proektirovanie obshhestvenny'x zdaniy i sooruzhenij]: study guide. Approved by the Ministry of education of the Russian Federation. Moscow: "Architecture-S", 2006. 280 p. 18. (rus)

18. Kuznetsov S. Ya. Design of secondary schools. Methodical manual. [Proektirovanie obshheobrazovatel'ny'x shkol. Metodicheskoe posobie]. M. MARHI. 2010. (rus)

19. Adamovich V.V. Barkhin B.G., Varezkin V.A. et al. Architectural design public buildings and structures. [Arxitekturnoe proektirovanie obshhestvenny'x zdaniy i sooruzhenij]. L.: stroizdat;

2nd Edition, reprint and Supplement, 1985. 543 p. (rus)

20. Zakharyevskaya M.A. Public buildings. [Obshchestvenny'e zdaniya]. L.: LISI, 1972. (rus)

21. Perkova M.V., Butko O.V. Analysis of the provision of educational institutions territories of the Belgorod agglomeration [Analiz obespechennosti obrazovatel'ny'mi uchrezhdeniyami territorii Belgorodskoj aglomeracii]. In the collection: science-Intensive technologies and innovations. Collection of reports of the International scientific and practical conference. 2016. Pp. 167–173. (rus)

22. Perkova M.V. Characteristics of provision with educational institutions territories of the suburb of the Belgorod agglomeration [Xarakteristika obespechennosti obrazovatel'ny'mi uchrezhdeniyami territorii suburbii Belgorodskoj aglomeracii].

Bulletin of the Belgorod state technological University. V. G. Shukhov. 2016. No 11. Pp. 95-98. (rus)

23. Chechel I. P., Chechel I. N. Development of architecture of secondary schools in Belgorod region [Razvitie arxitektury' obshheobrazovatel'ny'x shkol v Belgorodskoj oblasti v 1960-1970]. all-Russian scientific and practical conference "Innovative methods of designing construction structures of buildings and structures" (November 21, 2019), Kursk. PGS-06. Pp. 296-300. (rus)

24. Chechel I.P., Chechel I.N. Development of architecture of secondary schools in Belgorod region [Razvitie arxitektury' obshheobrazovatel'ny'x shkol v Belgorodskoj oblasti v 1980-1990]. the 4th international scientific conference of promising developments of young scientists "Science of the young –the future of Russia" (December 10 -11, 2019), Kursk. ML-41. Pp. 402–408. (rus)

Information about the authors

Chechel, Ivan P. Assistant of the Department of architecture and urban planning. E-mail: Golden-Line7@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received 20.03.2020

Для цитирования:

Чечель И.П. Формирование структуры региональной информационной системы нормативных документов и межведомственной единой нормы в архитектурном проектировании зданий общеобразовательных школ в Белгородской области // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 77–87. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-77-87

For citation:

Chechel I.P. Formation of the structure of regional information system regulations and the interagency uniform standards in architectural design of buildings of general education schools in Belgorod region. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 77–87. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-77-87

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-88-99

Незвицкая Т.В.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

E-mail: nezv@yandex.ru

РУКОВОДЯЩИЕ ПРИНЦИПЫ СОХРАНЕНИЯ ЦЕРКВИ ПРЕОБРАЖЕНИЯ ГОСПОДНЯ КИЖСКОГО ПОГОСТА, ОБЪЕКТА ВСЕМИРНОГО НАСЛЕДИЯ ЮНЕСКО

Аннотация. Реставрация деревянных храмов севера России — важная часть сохранения культурного наследия. Эта деятельность нормируется государственными законодательными актами. Субъекты этого процесса уделяют внимание российским законам, что, несомненно, логично. При этом международные нормы остаются в тени. Вместе с тем, международные ратифицированные Россией принципы сохранения исторических деревянных построек определяют не только направления деятельности, но предлагают критерии для оценки решений на разных стадиях деятельности. В нормативном документе отсутствует четкая структуризация принципов. Анализ и систематизация принципов в отношении деревянного зодчества, как более уязвимых объектов, представлена в статье. Принципы разработаны с учетом различных процессов сохранения: до, во время реставрации и после реставрации. В статье акцентировано внимание на после реставрационной деятельности, как важной составляющей процесса сохранения, которая должна разрабатываться на стадии проектирования. Анализ соблюдения принципов и решений сложных вопросов сохранения рассмотрены на примере церкви Преображения Господня Кижского погоста, реставрация которой проходила под наблюдением международных экспертов ИКОМОС ЮНЕСКО и неукоснительного выполнения международных принципов и рекомендаций.

Ключевые слова: реставрация, международные принципы сохранения, деревянные храмы.

Введение. По данным «Концепции сохранения памятников деревянного зодчества и включения их в культурный оборот до 2025 года» за последние 50 лет утрачено 30 % таких памятников [1]. Еще в начале XX века научное сообщество предупреждало «об истребляемых и часто обезображиваемых реставрациями памятниках древнего русского зодчества» [2]. Отношение к сохранению деревянных храмов за последние двести лет изменилось от перестроек в XIX веке до реставраций в XX. Согласно международному законодательству [3], реставрация рассматривается как крайняя мера, которая не должна быть основным видом работ. Тем не менее это основной вид работ по сохранению объектов культурного наследия в России. Причины этого кроются в аварийном, не удовлетворительном состоянии храмов, и в отсутствии должной эксплуатации.

Проблема сохранения культовых деревянных памятников заключается в глобализации общества, при которой сокращение населенных пунктов привело к утрате исторической среды, зарастанию исторического ландшафта и разрушению деревянных храмов в отсутствие собственников и пользователей. На примере международного законодательства по сохранению исторических деревянных построек, где процессы глобализации прошли намного раньше, постараемся обозначить пути решения проблемы и проблемы в деятельности по сохранению объектов культурного наследия. Анализ международных

принципов сохранения рассмотрим на примере реставрации церкви Преображения Господня, которая признана вершиной деревянного зодчества России, вобравшей в себя весь предыдущий опыт и лучшие достижения многовекового плотницкого мастерства.

Изучением многообразного деревянного зодчества России в конце XIX века занимались видные ученые России: Л.В. Даль, В.В. Суслов, А.М. Павлинов. Они делали первые шаги в фиксации, обмерах, исследованиях объектов [4, 5]. В начале XX века: И.Э. Грабарь, Д.В. Милеев, А.А. Каретников, М. В. Красовский, кроме изучения деревянного зодчества, начали практическую деятельность по сохранению древних памятников. И.Э. Грабарь процесс реставрации памятника поделил на действия по укреплению, раскрытию и восполнению утраченного [6]. Таким образом, были обозначены границы процесса консервации, реставрации и воссоздания. Следующий период связан с созданием музеев под открытым небом и практической реставрацией: Р.М. Габе, Б.В. Гнедовского, Л.М. Лисенко, В.П. Орфинского, А. В. Ополовникова, Ю.С. Ушакова, М. И. Мильчика. Ими была подготовлена мощная практическая и теоретическая база по сохранению деревянного зодчества. А.В. Ополовников сформулировал основной принцип идейно-образной принадлежности памятника к народной культуре [7].

Последующие практики и теоретики: И.Н. Шургин, А.Б. Боде, Ю.Б. Бобров, Е. В. Ходаковский, О.А. Зинина и А. Г. Носкова продолжили начатые исследования. При изучении практического опыта реставрации памятников деревянного зодчества А.Б. Боде пришел к выводу, что вмешательство в историческую материю зависит от его состояния и строительной истории [8]. В настоящее время наиболее актуальной проблемой является недостаточные сведения об анализе проведенных реставраций, выявлении положительных и отрицательных аспектов. Лакуна знаний, возникшая между активными процессами по изучению памятников деревянного зодчества и, недостаточными знаниями об их реставрации не актуализирует теорию сохранения новой информацией. Отсутствие этой информации приводит к повторению одних и тех же ошибок. В этой связи представляется необходимым обратить внимание на руководящие идеи, основы при реставрации.

Цель исследования — анализ соответствия международных принципов сохранения исторических построек, применяемым идеям, положениям, принципам при проведении работ по реставрации. Задача выявить сходство и отличия в системе принципов. На примере анализа реставрации Преображенской церкви Кижского погоста с 1999 по 2019 год. Систематизированные принципы сохранения представят последовательный порядок задач, которые должны учитываться при осуществлении деятельности по сохранению.

Методология. В ходе исследования был изучен и обобщен практический опыт сохранения храма Преображения Господня. Выполнен сравнительный анализ исполнения международных принципов сохранения.

Основная часть. Ратифицированные Россией международные акты в отношении сохранения исторических деревянных построек определяют основные международные принципы сохранения. К таким актам относятся конвенции, хартии, декларации, документы. В исследовании мы остановимся только на двух документах: «Принципы сохранения исторических деревянных построек», принятых на 12-й Генеральной Ассамблее ИКОМОС в Мексике в октябре 1999 года [9], и «Принципы сохранения исторических деревянных построек», принятых на 19-й Генеральной Ассамблее ИКОМОС в Индии, г. Дели в декабре 2017 года [10], которые отражают специфику сохранения объектов из дерева. Далее по тексту статьи документы будут цитироваться в сокращенном виде: «Принципы, 1999» и «Принципы, 2017».

Международные принципы сохранения памятников деревянного зодчества по временному признаку можно дифференцировать следующим образом:

- Общие принципы, действующие постоянно в отношении культурного наследия;
- Специальные принципы, которые предполагают действия в конкретный период при определенной процедуре.

Принцип обследования и изучения — это основной общий принцип при начале любых работ по сохранению объекта культурного наследия. Церкви Преображения Господня в этом смысле повезло: ее достаточно тщательно исследовали, зафиксировав все исторические документы, по которым можно было определить время тех или иных вмешательств в исторический материал, историко-культурную ценность. Обследованием и изучением храма занимались на протяжении последних сто лет как архитектурными особенностями, так и особенностями конструкции.

Фиксация любого памятника необходима для подтверждения достоверности результатов работы, определения его аутентичности, для возвращения конструкций и элементов в положение, существовавшее до реставрации. Фиксация — это ценный документ, который подтверждает подлинность и ценность объекта. Так, например, на протяжении всего процесса реставрации церкви Преображения Господня специалисты возвращались к фотофиксации деревянных элементов до разборки сруба. Фиксация важна при проведении реставрации — в дальнейшем эта информация может быть использована для идентификации надлежащего выполнения работ и устойчивого использования объекта. Фиксация до, во время и после вмешательства является свидетельством истории реставрации объекта. Общий принцип фиксации и документирования не всегда используется при современной реставрации, что снижает ценность объекта и качество проведенных работ. Принцип фиксации и документирования относится также к сохранению всех извлеченных из объекта материалов со следами строительной истории, традиционных навыках плотников. Поэтому международные принципы обследования и изучения, фиксации и документирования рекомендованные «Принципами, 1999» и «Принципами, 2017» и неукоснительно соблюдались при реставрации церкви Преображения.

Фиксация и интерпретация полученной информации в ходе изучения памятника является сложным процессом, и дополнительно к архитектору, реставратору, инженеру могут потребоваться знания археолога, геодезиста, историка, биолога. Самые сложные решения по сохранению церкви Преображения Господня Кижского

погоста на протяжении всего периода реставрации подвергались тщательному анализу, оценке и обсуждению международными экспертами ИКОМОС-ЮНЕСКО, что позволило сформулировать первый собственный принципы сохранения церкви. Таким образом, выполняя общий принцип анализа и оценки информации, мы определили принцип коллегиального обсуждения вопросов, как обязательный для любой стадии процесса.

В ходе проведения работ по сохранению необходимо соблюдать принцип уважения и значимости всех конструкций, элементов исторических периодов вмешательства, как неотъемлемой части объекта культурного наследия, «Принципы, 2017». К примеру, по следам инструментов на церкви Преображения Господня были определены строительные технологии в период строительства церкви, основные вмешательства, восстановлены основные способы укрепления конструкций, которые были выполнены уже после строительства церкви.

Дерево сохраняет следы истории, и посредством расшифровки этих следов у нас есть возможность понять историю жизни памятника так, как никогда не расскажут книги или письменные источники. Умение интерпретировать такие следы является важным ключом к знаниям культурного наследия. Знания и навыки, которые передавались от одного поколения плотников к другому, – это тоже часть наследия. Поэтому в статье 34 «Принципов, 2017» указано, что восстановление традиционных плотницких навыков – это необходимое условие при работах по сохранению. Такие знания могут быть лишь частично вербализованы. Эти знания передаются через фактически выполняемую работу от учителя или мастера к ученику.

Не только мастерство и навыки зодчих должны быть изучены, но и способы укрепления, ремонта и иных вмешательств, проводимых нашими предками. Тщательный анализ этих действий позволит извлечь из истории ценную информацию и возможно применять сегодня. Как, например, обшивка на церкви Преображения кроме функции защиты от атмосферных явлений была элементом укрепления от деформаций [11]. Проведя анализ вмешательств с определением того, как изменялась подлинность объекта, архитектурный облик на протяжении истории, мы сможем прогнозировать те или иные ухудшения состояния объекта и разработать профилактические и превентивные мероприятия, которые продлят срок службы объекта культурного наследия.

Неэффективные меры вмешательства или – того хуже – негативные вмешательства в допол-

нение к естественным причинам деградации таким, как старение и загнивание древесины, могут привести к неудовлетворительному состоянию или утрате объекта. Поэтому для правильной оценки текущего состояния исторических конструкций памятника явно недостаточно инспектирование лишь одной его конструкции. Должен быть выполнен более подробный отчет, который даст ответы на целый ряд вопросов, касающихся прошлых и настоящих условий содержания конструкции и ее окружения. Например, при обнаружении летных отверстий, как на церкви Преображения Господня, необходимо определить факторы, которые привели к негативным последствиям, и период времени воздействия, чтобы принять превентивные меры от будущих поражений древесины.

Полный отчет об истории памятника, архитектуре и конструкции является гарантией успеха и прогноза будущих работ. Эти отчеты должны размещаться в архивах государственного учреждения и должны быть предоставлены исследователям, а по возможности опубликованы.

Идея концепции реставрации Преображенской церкви состояла в достижении устойчивого, стабильного состояния храма, высотой 37 метров и максимальное сохранение с минимальным вмешательством исторического материала.

Впоследствии в статье 11, 12 «Принципов, 2017» идеи концепции были сформулированы для всех исторических построек с критериями вмешательства, достижение стабильного состояния объекта, долговременности существования. Кроме этого, вмешательство должно быть традиционным, обратимым, без ущерба для объекта, не препятствовать будущим работам, не ограничивать доступ к историческим элементам. Последние критерии на тот период уже были разработаны в статье 5 «Принципов, 1999». Этими принципами и критериями руководствовались при разработке проектных решений.

Следуя принципу минимального вмешательства и максимального сохранения, решение о реставрации церкви, подверглось критическому осмыслению и анализу, в том числе информация о техническом состоянии церкви, о её историко-культурной ценности, информация о реконструкциях. Решающим фактором в выборе способа реставрации церкви стало ее аварийное техническое состояние к 80-м годам XX века. Введенная внутрь церкви система усиления из металлоконструкций, на которой как на каркасе держался внешний контур деревянных конструкций церкви, стала опорой для технологического решения по ведению работ. Осознание, что при проведении реставрации велик риск утраты

церкви, привело к решению, при котором риски были сведены к минимуму. Сложность задачи прежде всего заключалась в технологии проведения работ. Разборка более чем 100 венцов, 3000 бревен, 22 главков, бочек и памятника – общей массой 600 тонн – и вдобавок к тому времени уже включенного в список объектов ЮНЕСКО казалась невозможной. «Политика сохранения, соответствующая месту, должна быть сначала определена пониманием ее культурной значимости и физического состояния объекта» – такие слова звучат в Уставе Вуига ICOMOS [12]. Именно эти два важных довода послужили основанием для принятия решения по реставрации храма.

Предложенная идея, а чуть позже и разработанная концепция сохранения, была одобрена международными и российскими экспертами. Рекомендации Международного семинара по сохранению Кижского погоста, проходившего в августе 2002, года четко определили требования к концепции и проекту сохранения церкви, а именно:

- Преображенская церковь не должна быть полностью разобрана;
- В проекте необходимо отдать предпочтение традиционным подходам к ремонту и обслуживанию;

– Должна быть разработана программа общего комплексного управления объектом.

В концепции сохранения были учтены основные критерии культурной значимости ансамбля Кижского погоста в соответствии с номинацией ЮНЕСКО. Значительно позже в статье 8 «Принципов, 2017 года» было определено, что любое вмешательство должно учитывать историко-культурные ценности объекта. Было принято во внимание, что уникальный храм должен быть максимально сохранен, не оказывая влияния на погост и здания, которые были сгруппированы в виде экспозиции музея в южной части острова Кижи и являются исключительными примерами традиционной деревянной архитектуры Карелии в целом севера России и финско-скандинавского региона. Сохранены традиции русских плотников, чьи корни мастерства восходят к средневековому Новгороду и достигли апогея в плотницком искусстве при создании ансамбля Кижского погоста.

В концепции предлагался способ последовательной переборки церкви с поэтапной реставрацией памятника снизу-вверх по «реставрационным технологическим поясам» методом вывешивания (рис. 1).



Рис. 1. Переборка церкви Преображения Господня снизу-вверх, 2012 год, (фото автора)

Сруб церкви разделялся на семь реставрационных поясов (высота пояса от 3 до 5 метров), каждый из которых вывешивался на силовом каркасе с помощью домкратов независимо друг от друга для последовательной разборки и реставрации нижерасположенного пояса. Частичная разборка объекта культурного наследия, обеспечивала доступ и реставрацию каждого исторического элемента церкви, стабилизацию конструкций. Разобранный технологический пояс после

разборки на Кижском погосте поступал для проведения реставрационных мероприятий в реставрационный комплекс, где можно было выполнять работы по сохранению с максимальным качеством в течение всего года. После выполнения всех реставрационных работ и мероприятий по укреплению и усилению конструкций внутренний силовой каркас Смирнова и металлоконструкции разобрали. Необходимо учитывать, что

при частичном или полном демонтаже необходимо технически подготовиться к реставрации и стабильному финансированию работ.

Вопрос о сохранении объектов способом демонтажа сооружения остается довольно спорным. В Англии некоторые эксперты называют демонтаж преступлением [13]. Решения относительно целесообразности демонтажа памятника деревянного зодчества необходимо рассматривать в каждом конкретном случае с учетом анализа состояния объекта и историко-культурной ценности, и они должны быть направлены на то, чтобы наилучшим образом сохранить аутентичность сооружения. Кроме того, решения должны всегда учитывать и оценивать необратимый ущерб для древесины, а также для деревянных соединений и креплений (например, гвоздей) во время проведения работ по демонтажу.

Принцип минимального вмешательства предполагает достижение стабильности сооружения с использованием традиционных или аналогичных современных материалов и технологий. В церкви Преображения Господня, например, использовались дополнительные элементы с целью усиления ослабленных структурных элементов из дерева. В основном это были дополнительные балки, стойки, прокладки и клинья. При современном усилении исторических конструкций самое лучшее решение – это использование традиционного укрепления, которое испытано на объекте веками или испытано на объектах-аналогах. Так, например, при деформациях сруба верхнего и среднего восьмериков церкви Преображения Господня нашими предками были введены дополнительные усиливающие элементы, а в XVIII–XIX веках при деформации потолка «неба» церкви были введены дополнительные опорные брусья. Деформации, которые с течением времени появились в срубе, изменили положение бочек и главков и позже были исправлены с помощью выравнивания клиньями.

Деформации, происходящие на объекте культурного наследия, рассматриваются с двух точек зрения. Согласно одной точки зрения, это дефект, который влияет на эстетику объекта, при этом не влияет на его конструктивную прочность. Согласно другой точке зрения, любая деформация может привести к угрозам обрушения, поэтому важно понять, где баланс и какие меры необходимо принять, чтобы стабилизировать деформацию или исправить. В связи с этим в статье 2 «Принципов 2017 года» предлагается выполнить анализ конструкций, расчет, лабораторные испытания, которые документально подтвердят то или иное решение.

В соответствии с разработанными принципами вариант введения дополнительной опоры,

которая облегчит существующую нагрузку на сооружение приемлемо при определенных условиях: центр тяжести не должен быть смещен, традиционная рабочая схема конструкции не должна быть изменена. Такое вмешательство имеет обратимый характер и заключается в разгрузке конструкций. Если при введении дополнительной опоры используются новые материалы, то они должны быть хорошо протестированы, и у реставраторов должна быть уверенность в их долговечности.

Примером, осторожного принятия решения по современному усилению может стать смонтированная шпренгельная система на Преображенской церкви, которая вместо разгрузки исторической конструкции и поддержки стал дополнительно выгибать десятиметровые балки в результате усадки новых бревен в срубе (рис.2).



Рис. 2 Монтаж шпренгельной системы на четвериковых балках церкви Преображения Господня (фото автора)

Итак, перед реставраторами встала сложная задача по усилению балок длиной 9,7 метров с нагрузкой от 5 до 7 тонн на один погонный метр. По современным строительным нормам такие нагрузки недопустимы, так как они приводят к значениям предельных прогибов балки. Когда проектировщики разрабатывали проектное решение по усилению, противостояние сторонников архитектурно-реставрационного и инженерно-строительного подхода достигло своего апогея. В настоящее время стандарты и нормы соответствия проектных значений нагрузок на исторические деревянные конструкции памятника не разработаны. Существующие методы расчета не учитывают особенности исторических деревянных конструкций, анизотропность древесины и природную неравномерность структуры древесины, что и привело специалистов к выводу, что расчеты несовершенны. Одна точка зрения о том,

что исторические конструкции смогут выдерживать вышележащую нагрузку от стен, была высказана в основном реставраторами и поддержана международными экспертами [14], другая точка зрения, которую придерживались в основном конструкторы, заключалась в современном усилении металлом исторических конструкций обосновывая свои доводы расчетами и испытаниями на образце. При коллегиальном обсуждении специалисты большинством было принято решение о традиционном усилении и постоянном мониторинге за объектом. Статья 20 «Принципов, 2017» определила, что в случаях с историческими деревянными конструкциями современные нормы не являются обоснованием для изменения конструкции. В пункте 4 статьи 40 Федерального закона Российской Федерации от 25.06.2002 № 73 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» говорится о том, что «работы по сохранению объекта культурного наследия, которые затрагивают конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности данного объекта культурного наследия, проводятся в соответствии с требованиями настоящего Федерального закона и Градостроительного кодекса Российской Федерации». Применяя строительные нормы к проектам по сохранению памятников деревянного зодчества, законодатель отодвигает проблемы сохранности аутентичности памятника на второй план, так же, как и международные нормы.

Деформациям, которые не являются причинами потери объектом конструктивной прочности, уделено внимание в статье 22 «Принципов, 2017». Данная статья предостерегает, что «не следует пытаться «исправлять» деформации, появившиеся с течением времени и не имеющие конструктивного значения, а также не представляющие трудностей в использовании сооружения, с целью следования современным представлениям об эстетической ценности». При реставрации церкви Преображения Господня деформации объекта были устранены не в полном объеме, так как задача реставратора – максимальное сохранение каждого элемента памятника, а не создание новодела с идеальными горизонтальными и вертикальными линиями. В нашем случае 70 процентов исторических, но деформированных в той или иной степени бревен были сохранены, и при сборке они, естественно, дали определенный процент деформации. После завершения реставрации будет определена в количественных показателях деформация объекта относительно заложенных реперов.

Вопрос о подлинности объекта не раз подвергался обсуждению в связи с заменой элементов. Результатом полемики стало решение о принятии подлинности заменяемых элементов с учетом соблюдения традиционных инструментов и технологий, идентичных материалов и, конечно, традиционных навыков. Понятие подлинности может интерпретироваться в соответствии с традициями и технологиями современных мастеров. Под подлинностью понимается форма и замысел храма, материал, функция, традиции и технологии, местоположение и окружение памятника, а также иные внутренние и внешние факторы.

При реставрации церкви Преображения Господня Кижского погоста плотники чрезвычайно умело повторяли мастерство древних зодчих, используя те же инструменты и приемы. Разница заключалась лишь в организации работ и технологии подъема. Результаты работы по сохранению памятников деревянного зодчества зависят прежде всего от того, насколько умело плотник владеет историческим, традиционным ремеслом.

Сегодня на объектах можно встретиться с современным инструментом при обработке поверхности дерева, и по прошествии времени такие работы будут восприниматься последующими поколениями как эталон. Разрыв между прошлым и будущим увеличивается, что лишит культурного нематериального наследия традиционных навыков плотницкого мастерства, что означает подмену идеалов и ценностей. Современное общество не склонно сегодня отличать новодельные объекты от объектов старины. Исторический объект – это послание из прошлого, и его узнавание и прочтение должны быть заложены в культурном коде нации.

При реставрации церкви Преображения Господня соблюдался принцип максимального сохранения исторического материала. Реставрация исторических элементов выполнялась по апробированной методике, которая позволяла максимально сохранить исторический элемент. Вставки, вычинки и протезы выполнялись из выдержанной древесины, зачастую из срубовых элементов, непригодных для дальнейшего использования. В статье 13 «Принципов 2017 года» допускается вторичное использование исторических материалов при условии существования данной традиции. Традиция использования вторичного, оставшегося от разборки и перестройки храмов, материала существовала и в России.

По архивным источникам нам известно, что более 20 раз церковь ремонтировалась или обновлялась. В XIX веке при замене элементов второго восьмерика были выпилены угловые соединения, что привело к ослаблению врубовых со-

единений, так как без разборки сруба было невозможно было заменить элемент и выполнить соединение. В данном случае разумный компромисс при реставрации XXI века позволил сохранить большую часть ремонтных вмешательств XIX века и заменить только те бревна, которые ослабляют конструктивную прочность объекта в целом согласно критерия разумного вмешательства.

При подборе нового материала для выполнения реставрационных работ использовался основной принцип идентичности современного пиломатериала историческому по физико-механическим свойствам. Заготовка пиломатериалов стала сегодня непростым делом. Еще в начале XX века И.Э. Грабарь писал: «Когда стоишь подле древняго сруба, то не можешь отделаться от мысли, что эти поистине гигантские бревна, каких нынче ни в одном лесу не сыщешь, срублены не нынешними людьми, а великанами» [15]. В настоящее время существует проблема подбора материалов для реставрации, так как необходим материал определенного сортамента, длины, диаметра и качества, заготовленный в зимний период. Традиционно в России качеству материалов уделялось особое внимание, так как от этого зависел срок жизнедеятельности объекта. Вот как 150 лет назад давались указания подрядчикам: «заготовка материала на вырубку из казенных дач Петрозаводского Уезда должна начаться 28–29.12.1851 года. (...) Вырубка должна быть закончена 20 марта 1852 года» [16]. То есть, речь идет именно о лесе зимней заготовки. При этом «для работы материалы должны быть заготовлены подрядчиком согласно сметы, (...) хорошего качества и доброты, а именно лесные материалы должны быть непременно рудовые, бревна прямые, незакомлистые и без табачных сучков, доски обрешные, чистые» [17]. Так же и заготовка пиломатериалов для реставрации церкви Преображения Господня велась именно в зимний период, качество бревен соответствовало историческому, весь материал был занесен в базу данных для быстрого подбора по качеству, диаметру и другим характеристикам [18]. Кроме идентичности материала, необходима еще идентичная обработка дерева историческими инструментами статья 17 «Принципов, 2017». Используемая для замены древесина должна со временем по цвету не отличаться от основной массы бревен, и достичь этого эффекта можно, не прибегая к использованию химических составов. В «Принципах, 2017» не рекомендуется искусственно старить дерево, только в случаях необходимости культурно-эстетического восприятия объекта.

Материалы памятника являются носителями истории, свидетельством утраченного знания, идей и окружения. Использование бересты в качестве традиционной гидроизоляции на церкви Преображения Господня при реставрации кровельных покрытий с традиционной технологией укладки – подтверждение принципа идентичности.

В статье 18 «Принципов, 2017» обращено внимание на все используемые материалы в памятнике как исторические, так и ремонтные. Например, при ремонте кровли на церкви Преображения Господня в последней четверти XIX века крестьяне использовали металл как более современный и долговечный материал по сравнению с деревом и тем самым выполняли простой ремонт современными материалами. Применение железа как дополнительной опоры в деревянном здании остается достаточно спорным вопросом. Армирование деревянных конструкций с использованием железа берет свое начало в эпоху Ренессанса в Европе, хотя кованые гвозди, «костыли» использовались для соединения и в средние века. В России в исторических деревянных строениях вплоть до середины XIX века металл практически не использовался. Кованое железо появилось позже и в основном использовалось на древних деревянных памятниках при их более позднем ремонте. Например, ранее лемех крепился деревянными нагелями, но до нашего времени такой тип крепления не сохранился, поэтому при реставрации церкви Преображения Господня лемех крепился гвоздями. Серьезную опасность при использовании металла на деревянных строениях создает конденсат, который может накапливаться и привести к увлажнению деревянных конструкций и, как следствие, – к их разрушению, но, как показал опыт Преображенской церкви небольшие усиливающие элементы не приносят вреда памятнику.

Если сегодня использовать современные материалы, то это будут в основном синтетические заменители, и при их применении культурная значимость объекта может быть утрачена. В XXI веке производство синтетических материалов увеличилось настолько, что их разнообразие ошеломляет. Однако их долговечность не соизмерима с возрастом храма и еще не прошла испытания временем, что не дает права пользоваться такими материалами при реставрации. В идеальном случае современные материалы должны быть испытаны на протяжении такого периода времени, который примерно равноценен возрасту памятника.

Статья 23 «Принципов, 2017» описывает это так: «Современные материалы и технологии следует использовать с большой осторожностью и

только в тех случаях, когда их долговечность и поведение в конструкции доказали свою состоятельность в течение достаточно длительного периода времени». Например, «с 1960-х годов эпоксидные смолы использовались в Европе, Северной Америке и Японии при реставрации древесины в исторических зданиях» [19]. Основное использование эпоксидных смол – это ремонт концов балок, затирка и наполнение трещин в древесине, а также усиление напольных балок на месте без разборки. Использование современных материалов типа эпоксидной смолы опасно, так как смолы герметизируют древесину извне, что может привести к сбору конденсата внутри и возможному разрушению дерева. Использование материалов с разными физическими свойствами может отрицательно сказаться на объекте, так как более прочные структуры (бетон, камень, металл) наносят ущерб менее прочным структурам (дереву). Разрушение происходит внутри дерева, в месте соприкосновения материалов.

В XX веке панацеей сохранения деревянного зодчества была признана химическая защита дерева. На деревянных памятниках музея-заповедника «Кижи» был апробирован препарат, который через определенный период времени не оправдал ожиданий, а скорее наоборот – ухудшил состояние древесины. Из органических защитных средств было апробировано в 1970-х годах новые антисептические препараты на базе пентахлорфенола. После проведения измерений в 1999 г. выявлено, что содержание фенольных веществ сохраняется в пропитанной древесине около 25 лет [20]. При этом соли неорганических веществ в составе антисептика задерживают влагу в древесине, становясь очагом заражения жуками-точильщиками [21]. Поэтому лучшим решением может быть только традиционная защита. Необходимо использовать тот исторический материал, о котором получена достоверная информация, и эта информация изучена и проверена по архивным источникам или на самом объекте.

Для увеличения срока продолжительности и долговечности любого вмешательства необходимо разработать стратегию мониторинга и обслуживания объекта. Эта рекомендация статьи 29 и 30 «Принципов, 2017» упускается из виду при проведении работ по сохранению в России. Такой мониторинг позволит дать оценку вмешательствам и скорректировать действия в отношении памятника. Принцип мониторинга и обслуживания не учитывается в нормативных документах и такой раздел не разрабатывается проектной документацией. Но выполняя эту рекомендацию, являющуюся залогом качества работ,

мы повышаем эффективность реставрации, продлеваем срок наступления последующих работ. Информация о мониторинге памятника должна документироваться для анализа ситуации в прошлом, настоящем и прогнозирования ситуации в будущем. Осмотр и документирование информации о состоянии объекта являются частью превентивной стратегии сохранения. Во-первых, это жизненно важно для древесины на случай повреждения и утраты, например, вызванное пожаром. Во-вторых, тщательный осмотр может уменьшить вмешательство, когда ремонт и реставрация кажутся неизбежными. В-третьих, проверка здания через регулярные промежутки времени является фундаментальной частью программы технического обслуживания. Повседневная работа по сохранению и защите музейных объектов, в частности, контроль за стабильным температурно-влажностным режимом – это фактически защита строения от биоразрушения. Мониторинг за конструкциями должен вестись всесезонно и круглогодично, что позволит быстро реагировать на любые изменения в исторических конструкциях. Профилактическое сохранение стало основным инструментом сохранения музейных объектов. Несомненно, эффективность работ по сохранению зависит от принципа вовлечения памятника в культурный и научный оборот.

В ноябре 2019 года завершилась реставрация церкви Преображения Господня (рис.3), поэтому первостепенная задача музея-заповедника «Кижи» состоит в обеспечении сохранности церкви от потенциальных рисков утраты после реставрации, а это кроме смонтированной охранно-пожарной сигнализации, наружного пожаротушения, обеспечение внутреннего автоматического пожаротушения церкви.



Рис. 3. Церковь Преображения Господня после реставрации 2019 год, фото автора

В то же время необходимо учитывать, как риски ложных срабатываний сигнализации, так и риск утраты эстетической привлекательности объекта от чужеродных коммуникаций, на что обращено внимание в статьях 24 и 25 «Принципов, 2017», где определен принцип и критерии разумного вмешательства.

Выводы: Таким образом, можно сделать вывод, что при реставрации церкви Преображения Господня использовались общие и специальные принципы сохранения, некоторые из которых

были сформулированы задолго до выхода международного нормативного акта «Принципы, 2017». Это обстоятельство подтверждает соответствие принятых решений в ходе организации работ современному развитию подходов к сохранению культурного наследия. Систематизированные руководящие принципы сохранения храма Преображения Господня Кижского погоста представлены в таблице 1. Разработка руководящих принципов позволила разработать систему мероприятий обеспечивающую защиту и сохранение объекта ЮНЕСКО.

Таблица 1

Система руководящих принципов сохранения памятников деревянного зодчества

Принципы	До проведения работ по сохранению	В процессе проведения работ по сохранению		После проведения работ по сохранению
		Вмешательство	Критерии	
Специальные принципы сохранения	Коллегиальное обсуждение вопросов Обследования и изучения Фиксации и документирования Анализа и оценки Уважения и значимости всех элементов	Минимальное вмешательство	Вмешательство должно: -обеспечить стабильное и устойчивое состояние объекта, - быть обратимым, - быть традиционным, - не мешать будущим работам, - не ограничивать доступ к конструкциям, - быть без ущерба для объекта, - быть разумным	Мониторинга и обслуживания
		Максимальное сохранение исторического материала		
				Идентичности: материала, инструмента, технологии
Общие принципы	Коллегиальное обсуждение вопросов, обследования и изучения, фиксации и документирования, анализа и оценки, уважения и значимости всех элементов.			

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Концепция сохранения памятников деревянного зодчества и включения их в культурный оборот до 2025 года // Министерство культуры Российской Федерации
URL: <https://www.mkrf.ru/upload/iblock/877/8776838151b96355d08d3e426dbf8828.pdf> (дата обращения: 08.04.2020).
2. Деревянные церкви // Художественно-технический журнал Зодчий. 1872. №1. С. 2–4.
3. Международная Хартия по консервации и реставрации памятников и достопримечательных мест (Венецианская Хартия) от 31 мая 1964

г. [электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901756982> (дата обращения 08.04.2020).

4. Суслов В.В. Очерки по истории древнерусского зодчества. СПб: Типография А.Ф. Маркса. 1889. 124 с.

5. Даль Л.В. Историческое исследование памятников русского зодчества // Художественно-технический журнал Зодчий. 1872. № 2. С. 9–10.

6. Грабарь И.Э. В поисках древнерусской живописи // О древнерусском искусстве. М.: Искусство, 1966. 388 с.

7. Ополовников А.В. Памятники деревянного зодчества Карело-финской ССР. М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1955. 192 с.
8. Боде А.Б. Опыт реставрации памятников деревянного зодчества на примере объектов Пудожского района Карелии // Academia. Архитектура и строительство. 2016. № 1. С. 17–21.
9. «Принципы сохранения исторических деревянных построек», принятых на 12-й Генеральной Ассамблее ИКОМОС в Мексике в октябре 1999 года // ICOMOS [электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://iwc.icomos.org/assets/iwc-2017-principles-russian.pdf> (дата обращения 12.12.2019).
10. «Принципы сохранения исторических деревянных построек», принятых на 19-й Генеральной Ассамблее ИКОМОС в Индии, 2017 года // ICOMOS [электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://iwc.icomos.org/assets/iwc-2017-principles-russian.pdf> (дата обращения 12.12.2019).
11. Новожилов Л.А. Реставрация Преображенского собора в Кижях. М.: Алев-В, 2009. 200 с.
12. The Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance. Australia ICOMOS, Australia. // ICOMOS [электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://openarchive.icomos.org/2145/> (дата обращения: 14.03.2020).
13. Larsen K., Marstein N. Conservation of Historic Timber Structures An ecological approach. Oslo, 2016. 140 p.
14. Отчет консультативной миссии ИКОМОС на ОВН «Кижский погост» (С 544) 13-17 марта 2018 г. // Кизи [электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: https://kizhi.karelia.ru/media/info/files/attached/1807/otchet_missii_2018_1.pdf (дата обращения 12.12.2019).
15. Грабарь И.Э. История русского искусства, в 6 томах, М.: Издание Кнебель, 1910. 508 с.
16. Национальный Архив Республики Карелия Ф.3. Оп. 2. Ед. хр. 3/7 [Дело о проведении торгов на строительство двух деревянных хлебных магазинов в городе Петрозаводске], л. 5.
17. НАРК Ф.3. Оп. 2. Ед. хр. 3/7, л. 11.
18. Заготовка, хранение и атмосферная сушка реставрационного леса // Кизи [электронный ресурс]. URL: <https://kizhi.karelia.ru/info/about/razdel-ii-zagotovka-hranenie-i-atmosfernaya-sushka-spetsialnogo-restavratsionnogo> (дата обращения 12.12.2019).
19. Larsen K., Marstein N. Conservation of Historic Timber Structures An ecological approach. Oslo, 2016. P.117.
20. Научный Архив Музея Кизи Ф.1. Оп.3. Ед. хр. 1963. Л. 4.
21. Kisternaya M., Kozlov V. Chemical protection of historic timber structures. Results and future needs. IRG/WP 10-40487 Proc. of the International Research Group On Wood Protection Stockholm. 2010. 4 p.

Информация об авторах

Незвизкая Татьяна Викторовна, заслуженный работник культуры РФ, заместитель директора по реставрации. Государственный историко-архитектурный и этнографический музей-заповедник «Кизи», аспирант кафедры теории и истории архитектуры, реставрации и реконструкция историко-архитектурного наследия Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ). E-mail: nezv@yandex.ru. Россия, 190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4.

Поступила 18.04.2020

© Незвизкая Т.В., 2020

Nezvitskaya T.V.

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

E-mail: nezv@yandex.ru

PRINCIPLES OF PRESERVATION OF THE CHURCH OF TRANSFIGURATION OF THE LORD IN KIZHI, THE OBJECT OF THE WORLD HERITAGE OF UNESCO

Abstract. The restoration of wooden churches in the north of Russia is an important part of preserving the cultural heritage. State legislation regulates this activity. The subjects of this process pay attention to Russian laws, leaving international norms behind. Simultaneously, the international principles of preservation of historical wooden buildings ratified by Russia determine the areas of activity and offer criteria for evaluating decisions at different stages of activity. The regulatory document lacks a clear structuring of principles. The analysis and systematization of principles regarding wooden architecture, as more vulnerable objects, are

presented in the article. The principles are developed taking into account various conservation processes: before, during restoration and after restoration. The article focuses on after restoration activities, as an important component of the conservation process, which should be developed at the design stage. An analysis of compliance with the principles and solutions of conservation issues is considered on the example of the Church of Transfiguration of the Lord in Kizhi. Its restoration is supervised by international experts from ICOMOS UNESCO and the rigorous implementation of international principles and recommendations.

Keywords: restoration, international conservation principles, wooden temples.

REFERENCES

1. The concept of preservation of monuments of wooden architecture and their inclusion in the cultural turnover until 2025. Ministry of Culture of the Russian Federation. [Kontseptsiya sokhraneniya pamyatnikov derevyannogo zodchestva i vklucheniya ikh v kul'turnyi oborot do 2025 goda]. Available at: URL: <https://www.mkrf.ru/upload/iblock/877/8776838151b96355d08d3e426dbf8828.pdf> (accessed 8 April 2020). (rus)
2. Wooden churches. [Derevyannye tserkvi]. Zodchiy Art and Technical Journal. 1872. No. 1. Pp. 2–4.
3. The Venice Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites, 31 May 1964. [Mezhdunarodnaya Khartiya po konservatsii i restavratsii pamyatnikov i dostoprimechatel'nykh mest (Venetsianskaya Khartiya) ot 31 maya 1964 g.]. System requirements: AdobeAcrobatReader. Available at: URL: <http://docs.cntd.ru/document/901756982> (accessed 8 April 2020). (rus)
4. Suslov V.V. Essays on the history of ancient Russian architecture. [Ocherki po istorii drevne-russkogo zodchestva]. SPb: A. F. Marx typography. 1889. 124 p. (rus)
5. Dal L.V. A historical study of the monuments of Russian architecture. [Istoricheskoe issledovanie pamyatnikov russkogo zodchestva]. Zodchiy Art and Technical Journal. 1872. No. 2. p. 9–10. (rus)
6. Grabar I.E. In search of old Russian painting. Grabar. About ancient Russian art. [V poiskakh drevnerusskoi zhivopisi. O drevnerusskom iskusstve]. Moscow. Art. 1966. 388 p. (rus)
7. Opolevnikov A.V. Monuments of wooden architecture of the Karelian-Finnish SSR. [Pamyatniki derevyannogo zodchestva Karelo-finskoi SSR]. Moscow. State Publishing House of Literature on Construction and Architecture. 1955. 192 p. (rus)
8. Bode A.B. The experience of restoration of wooden architecture monuments on the example of objects of the Pudozhsky district of Kareli. [Opyt restavratsii pamyatnikov derevyannogo zodchestva na primere ob'ektov Pudozhskogo raiona Kareli]. Academia. Architecture and construction. 2016. No. 1. Pp. 17–21. (rus)
9. Principles for the preservation of historic timber structures (1999). Adopted by ICOMOS at the 12th General Assembly in Mexico, October 1999. [Printsipy sokhraneniya istoricheskikh derevyannykh postroek, prinyatykh na 12-i General'noi Assamblee IKOMOS v Meksike v oktyabre 1999 goda]. System requirements: AdobeAcrobatReader. Available at: URL: <http://iwc.icomos.org/assets/iwc-2017-principles-russian.pdf> (accessed 12 December 2019). (rus)
10. Principles for the conservation of wooden built heritage. Final draft for distribution to the ICOMOS membership in view of submission to the 19th ICOMOS General Assembly, 2017. [Printsipy sokhraneniya istoricheskikh derevyannykh postroek], prinyatykh na 19-i General'noi Assamblee IKOMOS 2017 goda]. System requirements: AdobeAcrobatReader. Available at: URL: <http://iwc.icomos.org/assets/iwc-2017-principles-russian.pdf> (accessed 12 December 2019). (rus)
11. Novozhilov L.A. Restoration of the Transfiguration Cathedral in Kizhi. [Restavratsiya Preobrazhenskogo sobora v Kizhakh]. Moscow: Alev-V. 2009. 200 p. (rus)
12. The Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance. Australia ICOMOS, Australia. ICOMOS. System requirements: AdobeAcrobatReader. Available at: URL: <http://openarchive.icomos.org/2145/> (accessed: 14 march 2020).
13. Larsen K., Marstein N. Conservation of Historic Timber Structures An ecological approach. Oslo, 2016. 140 p.
14. Report of the ICOMOS advisory mission to the Kizhi Pogost (C 544) March 13-17, 2018 Kizhi. [Otchet konsul'tativnoi missii IKOMOS na OVN «Kizhskii pogost» (S 544) 13-17 marta 2018 g. Kizhi]. System requirements: AdobeAcrobatReader. Available at: URL: https://kizhi.karelia.ru/media/info/files/attached/1807/otchet_missii_2018_1.pdf (accessed: 12 December 2019). (rus)
15. Grabar I.E. History of Russian art, in 6 volumes. [Istoriya russkogo iskusstva, vol. 6 tomakh]. Moscow. Knebel Edition. 1910. 508 p. (rus)
16. National Archive of the Republic of Karelia F.3. I. 2. S.u. 3/7. [The case of tendering for the construction of two wooden bread shops in the city of Petrozavodsk] [Delo o provedenii trgov na stroitel'stvo dvukh derevyannykh khlebnnykh magazinov v gorode Petrozavodske], 5 p. (rus)
17. NARK F.3. I. 2.S.u. 3/7, p. 11. (rus)

18. Harvesting, storage and atmospheric drying of the restoration forest. Kizhi [Zagotovka, khranenie i atmosferaya sushka restavratsionnogo lesa. Kizhi]. Available at: URL: <https://kizhi.karelia.ru/info/about/razdel-ii-zagotovka-hranenie-i-atmosferaya-sushka-spetsialnogo-restavratsionnogo> (accessed: 12 December 2019). (rus)

19. Larsen K., Marstein N. Conservation of Historic Timber Structures An ecological approach. Oslo, 2016. P.140.

20. Scientific Archive of the Kizhi Museum Nauchnyi Arkhiv Muzeya Kizhi F. 1. I .3. S.u. 1963.p. 4.

21. Kisternaya M., Kozlov V. Chemical protection of historic timber structures. Results and future needs. IRG/WP 10-40487 Proc. of the International Research Group On Wood Protection Stockholm. 2010. 4 p.

Information about the authors

Nezvitskaya, Tatyana V. Honored Worker of Culture of the Russian Federation, deputy Director for restoration Federal State Budget Institution «Kizhi State Open Air Museum of History, Architecture and Ethnography», postgraduate student of the Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. E-mail: nezv@yandex.ru. Russia, 190005, Saint- Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya st., 4.

Received 18.04.2020

Для цитирования:

Незвицкая Т.В. Руководящие принципы сохранения церкви преображения господня кижского погоста, объекта всемирного наследия ЮНЕСКО // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 88–99. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-88-99

For citation:

Nezvitskaya T.V. Principles of preservation of the church of transfiguration of the lord in kizhi, the object of the world heritage of UNESCO. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 88–99. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-88-99

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ КЛАСТЕРОВ В ОСОБО ЦЕННЫХ ЗАПОВЕДНИКАХ (НА ПРИМЕРЕ СКАДАРСКОГО ОЗЕРА, ЧЕРНОГОРИЯ)

Аннотация. Статья посвящена анализу условий, которые необходимо, учитывать в формировании архитектурного образа в особо ценных заповедниках, в частности, в заповеднике Скадарское озеро в Черногории. Архитектурные кластеры приобретают актуальность благодаря возможности создания динамичных и многофункциональных пространств. Автор проводит классификацию особенностей, благодаря которым формируется особая среда для развития архитектурных кластеров. Анализ климатических, географических и исторических условий делает обоснованным тезис о необходимости особого подхода, основанного на устойчивом развитии в планировании и возведении архитектурных кластеров. Проанализированы литературные источники на тему энергоэффективных зданий, развития курортов, а также экологические и социальные аспекты их развития. Проектирование архитектурных кластеров, возможно с учётом климатических условий и существующей культурно-исторической среды, основываясь на принципах устойчивого развития. Кластеры, как объёмно-планировочное решение, подчеркнут природные ресурсы и дадут направление развитию туристической деятельности в регионе Скадарского озера, помогут создать гармоничную связь между природой и человеком, не нарушая природный баланс. Проектирование с учётом экологических и экономических факторов оказывает прямое влияние на будущее развитие общества и целого региона Скадарского озера. Выбор строительных материалов для возведения кластеров в регионе Скадарского озера, способы передвижения между кластерами, переработка отходов в зоне кластеров, а также использование альтернативных источников энергии сформируют базу для устойчивого развития. Уже существующие постройки свидетельствуют о том, какие строительные материалы были использованы, поэтому новые постройки должны быть продолжением традиционных принципов, но с использованием современных технологий.

Ключевые слова: устойчивость, кластеры, экология, природные ресурсы, традиция, архитектурное наследие, пространство.

Введение. В настоящее время все большее распространение получает разработка архитектурных решений в особо ценных заповедниках, которые основываются на принципах устойчивого развития. При проектировании в условиях уже созданной среды важно учитывать местные особенности, а также географические и климатические характеристики. Скадарское озеро – это национальный парк, который отличается уникальной природой. Хотя отдельные нации по-разному обозначают свои национальные парки, существует общая идея, которая состоит в сохранении «дикой природы» для потомков и как символ национальной гордости. Крупнейшее на Балканах Скадарское озеро является одним из пяти заповедников в Черногории. Две трети озера принадлежит Черногории и одна треть Албании. Черногорская часть территории площадью 400 кв. км охраняется с 1983 года. Скадарское озеро одно из лучших мест обитания птиц в Европе. Кроме красивой природы, территория озера также включает в себя крутые горы, островные монастыри, чистую воду и плавучие луга водя-

ных лилий. Особенностью озера являются и многочисленные небольшие деревни, разбросанные вдоль берега.

Актуальность темы обосновывается необходимостью разработки архитектурных и объёмно-планировочных решений для будущего развития территории Скадарского озера. Цель исследования состоит в определении условий, которые необходимо учитывать в процессе разработки архитектурно-планировочных решений типа архитектурных кластеров. В настоящее время существуют многочисленные посёлки вдоль берега озера, которые свидетельствуют о традициях и характеристиках местности. Для решения поставленных задач наиболее эффективны методы, базирующиеся на синтезе экологических, экономических и социальных факторов. Современные концепции проектирования требуют учёта полного жизненного цикла зданий и сооружений. Поэтому для обеспечения современного уровня научных исследований необходимо сделать литературный обзор мировых достижений в данной области.

Следует отметить, что уникальность Скадарского озера требует особого подхода в решении архитектурно-строительных задач и, что основным этапом в этом процессе является изучение местных условий и потенциала развития Скадарского озера.

Материалы и методы. Из литературных источников особый интерес вызвала научная статья на тему элементов экоархитектуры, в которой обозначены задачи современной архитектуры [1]. Также выделено пять основных укрупнённых групп элементов экоархитектуры – элементы интерьера, экстерьера, инженерные технологии, элементы формообразования и материалы. В статье из черногорских газет [2] обсуждаются возможные пути развития Скадарского озера и, при этом особое внимание уделяется устойчивому развитию данной территории и рекреационных комплексов. Учитывая интерес к экологическим и социальным аспектам развития курортов, были изучены работы, посвящённые влиянию курортов на развитие общества [3] и новым технологиям устойчивого развития курортов [4]. Большой интерес вызвала статья о критериях формирования экологического поселения, о направлениях развития, о формах организации и о функциональной базе курортных комплексов [5]. Также, достойны внимания работы, посвящённые особенностям и принципам организации сельской среды [6] и устойчивому развитию туризма [7]. Для устойчивого развития архитектурных кластеров важно было ознакомиться со связью между архитектурой и социальным миром [8], а также, обратить особое внимание на технологии строительства энергоэффективных зданий [9]. В процессе поиска архитектурно-строительных решений особое место занимает анализ особенностей местности [10] и их включения в творческий процесс. Для реализации устойчивых проектов главным предусловием является использование экологически чистых материалов [11], учитывая при этом принципы экологической безопасности [12]. В настоящее время в архитектурные и строительные концепции обязательно включаются концепции экологической оценки строительных материалов и их рационального выбора с точки зрения экологической безопасности для окружающей среды и человека. Для архитекторов приоритетами становятся задачи выбора долговечных, экологически безопасных материалов. Проанализированы работы на тему устойчивого развития с приведением примеров энергоэффективных зданий [13], которые также охватывают анализ затрат на окружающую среду и обсуждают вопросы устойчивого проектирования. Особую ценность имеют ра-

боты на тему зданий, которые гармонично вписались в существующую среду и, в которых объясняются концепции устойчивого развития [14, 15]. Для разработки предложения архитектурных кластеров большое значение имеют ландшафтные конструкции, их применение [16], а также их экономические, экологические и социальные ценности [17]. Данные конструкции являются примерами устойчивого развития, в которых используются устойчивые строительные материалы и альтернативные источники энергии.

Объект и задачи исследования.

- Провести климатический, географический и исторический анализ Скадарского озера, а также провести анализ потенциала развития озера.

- Сформулировать факторы, влияющие на развитие Скадарского озера.

- Выяснить возможные пути развития объемно-планировочных решений.

Основная часть. Скадарское озеро находится в тридцати километрах от столицы Черногории, г. Подгорица и принадлежит городам Бар, Цетине и Подгорица. В муниципалитетах Бара и Цетине территория характеризуется холмистым и гористым рельефом, в муниципалитете Подгорицы – обширной равнинной местностью. Южный и юго-западный край окаймлены горой Румия (1593 м), западный край – Паштовачка гора, северо-западный край – Ловчен и другими горами. С горной средой на севере озеро соединено реками Морача и Зета, а с Адриатическим морем соединено перевалом в 800 м в направлении Ульциня, Бара, Петроваца и Будвы. Скадарское озеро является крупнейшим резервуаром пресной воды в Черногории, а также на Балканах. Массивные комплексы устойчивы, масштабны и относятся к 6-й категории рельефа. Скадарское озеро – популярное место для рыбалки, катания на катере, наблюдения за невероятным многообразием птиц, а также участия в гастрономических и исторических турах. Благоприятный климат повлиял на развитие виноделия. Строительство на территории заповедника разрешено в определенных зонах в деревнях. Скадарское озеро соединено с Адриатическим морем рекой Баяна. Средняя глубина озера от 4 до 7 м, в тоже время как в подводных скважинах, известных под названием “глаза”, измерялась его максимальная глубина в 60 м. Площадь Скадарского озера значительно варьируется в течение года. На глубине 4,7 м его площадь составляет 370 км², а на глубине 10,0 м – 533 км². Наибольшее влияние на изменение уровня и поверхности Скадарского озера оказывает реки Морача и Бояна, а также испарение воды, зависящее от сезона.

Таблица 1

Средние показатели уровня воды в Скадарском озере за год

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ср. г.
Уровень воды, м	7,25	7,29	7,28	7,42	7,29	6,86	6,12	5,57	5,41	5,77	6,67	7,64	6,76

Бассейн Скадарского озера расположен в поясе, где сталкиваются морские и континенталь-

ные воздушные массы. Среднегодовая температура от 14 до 15 °С, с небольшим количеством дуящих ветров.

Таблица 2

Температурные характеристики Скадарского озера

Макс. температура, °С	Мин. температура, °С	Ср. год. температура, °С	Кол-во троп. дней	Кол-во ясных дней	Кол-во часов солн. света	Дни с осадками	Макс. осадков мм.	Ср. кол-во осадков мм	Грома дней
40,6	-10	14–15°С	50–80	124,8	2500–2600	118,1	814,0	2100	50

Благодаря благоприятным климатическим, гидрологическим, геологическим и педологическим характеристикам флора и фауна Скадарского озера очень разнообразна. Как район с очень благоприятными природными условиями, Скадарское озеро отличается разнообразием и численностью птиц, являясь одним из важнейших мест обитания птиц в Европе. Экосистема Скадарского озера состоит из биотипов водно-болотных угодий, лесов и скалистых гор. Ихтиофауна Скадарского озера играет важную экологическую роль, поскольку формирует основную связь между фитопланктоном и птицами.

Многочисленные культурно-исторические памятники, а также места археологических раскопок, монастырские комплексы и крепости

находятся по всему бассейну Скадарского озера (рис. 1). Известно, что даже в XIV и XV веках этот район являлся важным культурным центром Черногории. Культурно-историческое наследие Скадарского озера состоит из: островов, археологических раскопок, монастырских комплексов, крепостей и памятников. Данная территория представляет собой единственное сочетание неопишуемой красоты с заросшими берегами, бухтами и островами. На островах расположены многочисленные монастыри, церкви и памятники. Крепости на островах построены в основном турками, а затем и черногорцами, в ходе войн между двумя народами право собственности несколько раз переходило от одних к другим.



Рис. 1. Исторический анализ Скадарского озера

На берегах озера, а также на его островах, когда-то насчитывалось около двадцати монастырей, именно поэтому этот регион называли Зета Святая Гора. Крепость Лесендро (XV в.) является важным культурно-историческим памятником, (рис. 2.) и занимает территорию 3150 м².



Рис. 2. Крепость Лесендро



Рис. 3. Остров Грможур



Рис. 4. Монастырь Пречиста Крайинска

Остров Грможур на Скадарском озере был местом, на котором черногорский король Никола построил тюрьму для политических заключённых, известную как Черногорский Алькатрас (рис. 3). Остров Грможур выделяется как самое запоминающееся историческое место. Памятники и монастыри Скадарского озера являются важными для черногорской истории. Один из монастырей Пречиста Крайинска (XI по XV вв.)

сыграл важную роль в раннем периоде государства Зета. В IX и X вв. монастырь был центром государства Зета во главе с его создателем князем Владимиром, также он считается первым монастырским сооружением на территории Черногории (рис. 4). Позже центром государства Зета стал монастырь Святого Николая во Враньине в начале XIII в., а затем город Цетинье.



Рис. 5. Враньина



Рис. 6. Г. Жабляк Црноевича



Рис. 7. Г. Вирпазар

Враньина расположена на дороге, соединяющей города Подгорица и Бар, примерно в 30 км от Подгорицы (рис. 5). Именно здесь, в дельте реки Морача в Скадарское озеро, расположен монастырь Святого Николая (XIII-XIV вв.). Рядом находится г. Жабляк Црноевича, который был столицей Черногорского государства (рис. 6).

Городок Риека Црноевича был сердцем черногорского государства в средние века. Эта маленькая рыбацкая деревня была важным торговым центром. Город также известен первым издательством книг на кириллице в этой части Европы и первой книгой Октоих, напечатанной в 1494 г.

Среди городов на Скадарском озере г. Вирпазар является важным торговым центром Црмницы (рис. 7). Впервые он был упомянут в 1242 г. под именем Вир в документе, написанном королём Владиславом. Вир был возведён в дельте рек Црмница и Ораховице. С 1888 г. от Вира идёт дорога до города Бар, с 1908 г. первая железная дорога. Путешествуя к городу Риека Црноевича, можно увидеть множество архитектурных ком-

плексов, построенных семьями Црноевич и Балшич, которые правили Зетой во второй половине XV в.

Для дальнейшего развития потенциала Скадарского озера предлагается система архитектурных кластеров. Особенностью проекта является его влияние на социально-экономическое и экологическое развитие Черногории. Кластеры внесут в сложившуюся среду новые объёмно-пространственные решения, которые будут в гармонии с озером, подчеркнув его природные и культурно-исторические ресурсы. Архитектурные кластеры будут расположены недалеко друг от друга, и до каждого из них можно будет добраться на велосипеде. Здесь могут проводиться различные мероприятия с целью ознакомления посетителей с культурным наследием и гастрономическими особенностями района. Также они будут объединены общей идеей об активном и разнообразном отдыхе и о сохранении природы. Новые постройки будут в духе местности в гармонии с природой, будет проведен ряд мероприятий, направленных на улучшение состояния

окружающей среды. Следует отметить и положительный социальный эффект, а именно создание новых рабочих мест.

Выводы. Скадарское озеро обладает уникальными природными, рекреационными и историко-культурными ресурсами. Природа, животный мир и исторические памятники определяют направление будущего развития архитектурного образа Скадарского озера и архитектурных кластеров, основывающиеся на принципах устойчивого развития. К осмыслению архитектурных кластеров следует приступать, отталкиваясь от уже существующей среды с учётом экономических, экологических и социальных факторов. В развитии архитектурно-планировочных решений, типа архитектурных кластеров, необходимо учитывать уже сложившуюся культурно-историческую среду, благоприятный климат и хорошее географическое положение. Существующее архитектурное наследие даст направление разработке архитектурных кластеров и определит выбор строительных материалов, которые будут использованы для новых построек. Благоприятный климат повлияет на объёмно-планировочное решение с возможностью разработать устойчивые архитектурные кластеры с использованием альтернативных источников энергии. Особенность устойчивых кластеров состоит в том, что они будут являться адаптированными зонами для посетителей, при этом не нанося вреда природе. С помощью архитектурных средств будет раскрыт потенциал Скадарского озера, как особо ценного заповедника. Устойчивости архитектурного решения будут способствовать: использование альтернативных видов энергии и выбор экологически безопасных строительных материалов, передвижение между кластерами на велосипедах и повторное использование отходов. Главными принципами в процессе осмысления архитектурных кластеров должны быть: сохранение экосистемы и равновесия природной среды, гармоничность в сочетании кластеров с природными компонентами экосистемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ерошенко А.С., Задвернюк Л.В. Элементы эко-архитектуры - искусство природы в искусственной среде // Журнал Новые идеи нового века. Материалы международной научной конференции ФАД ТОГ. 2016. Вып.2. С 94-98.
2. Орландик М. Озеро для защиты, но и для использования // Газета «День». 2018. Вып.629. С. 15.
3. Велибекова В.М., Цивенко М.Ю. Место городов-курортов в социально-экономической системе государства (на примере города-курорта Эссентуки) // Молодежный центр науки и образования. 2017. Вып.11. С.37-41.
4. Витюк Е.Ю., Уморина Ж.Е. Природные технологии как новый принцип формообразования в архитектуре // Вестник Томского Государственного Архитектурно-Строительного Университета. 2018. Вып.4. С55-64.
5. Балакина А.Е., Дуничкин И.В., Кочанов О.А., Золотарев А.А. Экологически ориентированные курортно-оздоровительные и образовательно-рекреационные комплексы // Журнал промышленное и гражданское строительство. 2011. Вып.9. С.30-32.
6. Новиков В.А. Архитектурная организация сельской среды // Архитектура-С. Москва. 2006.
7. Minoli D.M., Goode M.H., Smith M.T. Are eco labels profitably employed in sustainable tourism? A case study on Audubon Certified Golf Resort // Tourism Management Perspectives. 2015. 16. 207-216.
8. Добрицына И. Архитектура и социальный мир // Прогресс-Традиция. Москва. 2012.
9. Бадьин Г.М., Сычев С.А., Макаридзе Г.Д. Технологии строительства и реконструкции энергоэффективных зданий // БХВ- Петербург. Санкт-Петербург. 2017.
10. Кудряшев Н.К., Никитина Е.В. Смирнов А.С. Уткин М.Ф. Щепетков Н.И. Шимко В.Т. Специфика средового творчества // Архитектура-С. Москва. 2016.
11. Кашина И.В., Забейворота В.А. Применение экологически чистых материалов в строительстве, архитектуре и дизайне. Актуальные проблемы науки и техники ДГТУ. 2019. Вып.6. С. 797-798.
12. Керро Н.И. Экологическая безопасность в строительстве практические аспекты обеспечения устойчивого развития // Инфра-Инженеринг. Москва. 2017.
13. Yates J.K. Sustainability in Engineering Design and Construction // Boca Raton. CRC Press. 2015.
14. Friedman A. Sustainable: Houses with Small Footprints // New York. Rizzoli. 2015.
15. Koonen S. Prefabulous and Sustainable: Building and Customizing an Affordable, Energy-Efficient Home // New York. Harry N/Abrams. 2010.
16. Sorvig K., Thompson W.J. Sustainable Landscape Construction // Washington. Island Press. 2018.
17. Jodidio P. Cabins // Cologne. Tachen. 2018.

Информация об авторах

Веленка Хербез, магистр архитектуры, аспирант 1 курс. E-mail: v.herbez@yahoo.com. Московский Государственный Строительный Университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

Поступила 17.02.2020

© Хербез В., 2020

Herbez V.

Moscow State University of Civil Engineering

E-mail: v.herbez@yahoo.com

FEATURES, INFLUENCING THE FORMATION OF ARCHITECTURAL CLUSTERS IN ESPECIALLY VALUABLE RESERVES (ON THE EXAMPLE OF LAKE SKADAR IN MONTENEGRO)

Abstract. The article is devoted to the analysis of the conditions for the formation of an architectural image in especially valuable nature reserves, such as Skadar Lake Natipnal Park, in Montenegro.

Architectural clusters are becoming relevant due to the possibility of creating dynamic and multifunctional spaces. The author classifies the features that create a special environment for the development of architectural clusters. The analysis of climatic, geographical and historical conditions justifies the thesis about the need for a special approach based on sustainable development in the planning and construction of architectural clusters. The literature on the topic of energy-efficient buildings, the development of resorts, as well as environmental and social aspects of their development are analyzed.

Designing architectural clusters is possible taking into account climatic conditions and the existing cultural and historical environment based on the principles of sustainable development. Clusters as a spatial planning solution will emphasize natural resources and give direction to the development of tourism activities in the Skadar lake region. Using architectural means such as clusters, it is possible to create a harmonious connection between nature and man, without disturbing the natural balance. Design taking into account environmental and economic factors has a direct impact on the future development of society and the entire Skadar Lake region. The choice of building materials for the construction of clusters in the Skadar Lake region, the methods of movement between the clusters, the processing of waste in the cluster zone and the use of alternative energy sources will form the basis for sustainable development. Existing buildings indicate what construction materials were used, so new buildings should be a continuation of traditional principles using modern technologies.

Keywords: sustainability, clusters, ecology, natural resources, tradition, architectural heritage, spatial organization.

REFERENCES

1. Eroshenko A.S., Zadvernyuk L.V. Elements of eco-architecture - the art of nature in an artificial environment [Elementy eko-arhitektury - iskusstvo prirody v iskusstvennoy srede]. Habarovsk: Journal New ideas of the new century. Materials of the international scientific conference FAD TOG. 2016. Issue 2. Pp. 94–98 (rus)
2. Orlandik M. Lake for protection, but also for use. Podgorica: Newspaper "Day". 2018. Issue 629. S. 15 (srb)
3. Velibekova V.M., Tsivenko M.Yu. The place of resort cities in the socio-economic system of the state (for example, the resort city of Essentuki) [Mesto gorodov-kurortov v social'no-ekonomicheskoy sisteme gosudarstva (na primere goroda-kurorta Essentuki)]. Moscow: Youth Center for Science and Education. 2017. Issue 11. Pp. 37–41. (rus)
4. Vityuk E.Yu., Umorina Zh.E. Natural technologies as a new principle of shaping in architecture [Prirodnye tekhnologii kak novyj princip formoobrazovaniya v arhitekture]. Tomsk: Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2018. Issue 4. S55–64 (rus)
5. Balakina A.E., Dunichkin I.V., Kochanov O.A., Zolotarev A.A. Environmentally-oriented health resorts and educational and recreational complexes [Ekologicheski orientirovannye kurortno-ozdorovitel'nye i obrazovatel'no-rekreacionnye komplekсы]. M.: Journal of Industrial and Civil Engineering. 2011. Issue 9. Pp. 30–32 (rus)
6. Novikov V.A. The architectural organization of the rural environment [Arhitekturnaya organizaciya sel'skoj sredy]. M.: Architecture-S. 2006 (rus)
7. Minoli D.M., Goode M.H., Smith M.T. Are eco labels profitably employed in sustainable tourism? A case study on Audubon Certified Golf Resort. Tourism Management Perspectives. 2015. No. 16. Pp. 207–216

8. Dobritsyna I. Architecture and the social world [Arhitektura i social'nyj mir]. M.: Progress-Tradition. 2012 (rus)
9. Badin G.M., Sychev S.A., Makaridze G.D. Technologies for the construction and reconstruction of energy-efficient buildings [Tekhnologii stroitel'stva i rekonstrukcii energoeffektivnyh zdaniy] St. Petersburg: BHV-Petersburg. 2017 (rus)
10. Kudryashev N.K., Nikitina E.V. Smirnov A.S. Utkin M.F. Shchepetkov N.I. Shimko V.T. The specifics of environmental creativity [Specifika sredovogo tvorchestva]. M.: Architecture-S.2016 (rus)
11. Kashina I.V., Zabeyvorota V.A. The use of environmentally friendly materials in construction, architecture and design. [Primenenie ekologicheskikh materialov v stroitel'stve, arhitekture i dizajne]. Actual problems of science and technology DGTU. 2019. Issue 6. Pp. 797–798 (rus)
12. Kerro N.I. Environmental safety in construction, practical aspects of ensuring sustainable development [Ekologicheskaya bezopasnost' v stroitel'stve prakticheskie aspekty obespecheniya ustojchivogo razvitiya]. M.: Infra-Engineering. 2017.
13. Yates J.K. Sustainability in Engineering Design and Construction. Boca Raton. CRC Press. 2015.
14. Friedman A. Sustainable: Houses with Small Footprints. New York. Rizzoli 2015.
15. Koones S. Prefabulous and Sustainable: Building and Customizing an Affordable, Energy-Efficient Home. New York. Harry N / Abrams. 2010.
16. Sorvig K., Thompson W.J. Sustainable Landscape Construction. Washington. Island Press. 2018.
17. Jodidio P. Cabins. Cologne. Tachen. 2018.

Information about the authors

Herbez, Velenka. Master of Architecture. E-mail: v.herbez@yahoo.com. Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26.

Received 17.02.2020

Для цитирования:

Хербез В. Условия формирования архитектурных кластеров в особо ценных заповедниках (на примере Скадарского озера, Черногория) // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 100–106. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-100-106

For citation:

Herbez V. Features, influencing the formation of architectural clusters in especially valuable reserves (on the example of lake Skadar in Montenegro). Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 100–106. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-100-106

DOI:10.34031/2071-7318-2020-5-6-107-117

Горбенкова Е.В.

Белорусско-Российский университет

E-mail: gorbenkova@yandex.ru

ИСТОРИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ

Аннотация. Современные социально-экономические условия требуют нового подхода к изучению систем расселения. Историко-генетический анализ, являясь одним из эффективных методов, применяемых в градостроительстве, позволяет представлять систему сельского расселения как совокупность сформировавшихся элементов со своими границами (историческими, природными и др.). Основные этапы историко-генетического анализа включают выбор объекта исследования и сбор исходных данных; анализ динамики количественных и качественных показателей; картографическое моделирование; характеристику связей в системе расселения; общую оценку изменений в системе расселения. Данная статья посвящена изучению особенностей формирования системы сельского расселения на примере Могилевского района (Могилевская область, Республика Беларусь). В истории формирования современной системы сельского расселения Беларуси выделено три периода: дореволюционный, советский и современный, на протяжении которых происходила наиболее активная трансформация системы сельского расселения. Для каждого периода проведен ретроспективный анализ административно-территориального деления, пространственно-территориальной организации и типологии сельских населенных пунктов. В результате исследования получены модель реорганизации системы административно-территориального устройства Беларуси в XX – начале XXI вв. и историко-генетическая модель типологии сельских населенных пунктов Беларуси. Советский период способствовал урбанизации, сокращению численности сельского населения, уменьшению количества сельских населенных пунктов, для современного периода характерна стабилизация сельского расселения.

Ключевые слова: сельское расселение, система расселения, картографическое моделирование, историко-генетический анализ, сельское поселение.

Введение. В современных социально-экономических условиях проблема развития системы расселения представляется крайне важной для решения задач территориального планирования как отдельных регионов, так и стран [1, 2, 3]. Проблемам развития расселения посвящен ряд отечественных и зарубежных исследований, в которых рассмотрены проблемы моделирования пространственно-временного развития [4], влияния планировочной [5, 6], природной, исторической и культурной составляющих [7–11], экономических, экологических и социально-демографических факторов [12–19], моделирования сельско-городского расселения [20–22], трансформации сельского расселения [23–25]. Одной из наиболее значимых задач является установление факторов, определяющих развитие системы расселения, которая с позиции системного подхода обладает признаком историзма, поэтому одним из эффективных методов исследования служит историко-генетический анализ [26, 27].

В формировании сельского расселения принято выделять две группы факторов. Тип и форма

расселения складываются под влиянием экзогенных (внешних) факторов природно-климатических, производственных, инфраструктурных и др. К эндогенным (внутренним) факторам, определяющим расселенческие процессы, относят социально-экономические, управленческие и др. Формирование системы сельского расселения Беларуси связано с рядом процессов, оказавших влияние на преобразование пространственно-функциональной структуры и рисунка расселения: индустриализация (конец 19 – начало 20 в.); коллективизация (1920-е гг.); Вторая мировая война (1939–1945 гг.); Чернобыльская катастрофа (1986 г.); распад СССР (1991 г.) [28, 29].

Интерес к изучению сельского расселения Беларуси обусловлен особой ролью сельских территорий в пространственном развитии страны [30, 31]. Одной из главных особенностей современной Беларуси является более высокая, по сравнению с другими европейскими и постсоветскими странами, интенсивность урбанизационных процессов, оказавшая существенное влияние на структуру расселения (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Соотношение численности населения Беларуси за период с конца XIX в. по настоящее время

Год переписи		1897	1939	1959	1970	1979	1989	1999	2009	2015	2016	2017	2018	2019
Доля населения, %	городского	13,5	20,8	30,5	43,3	54,9	65,4	69,3	74,3	77,3	77,6	77,9	78,1	78,4
	сельского	86,5	79,2	69,5	56,7	45,1	34,6	30,7	25,7	22,7	22,4	22,1	21,9	21,6

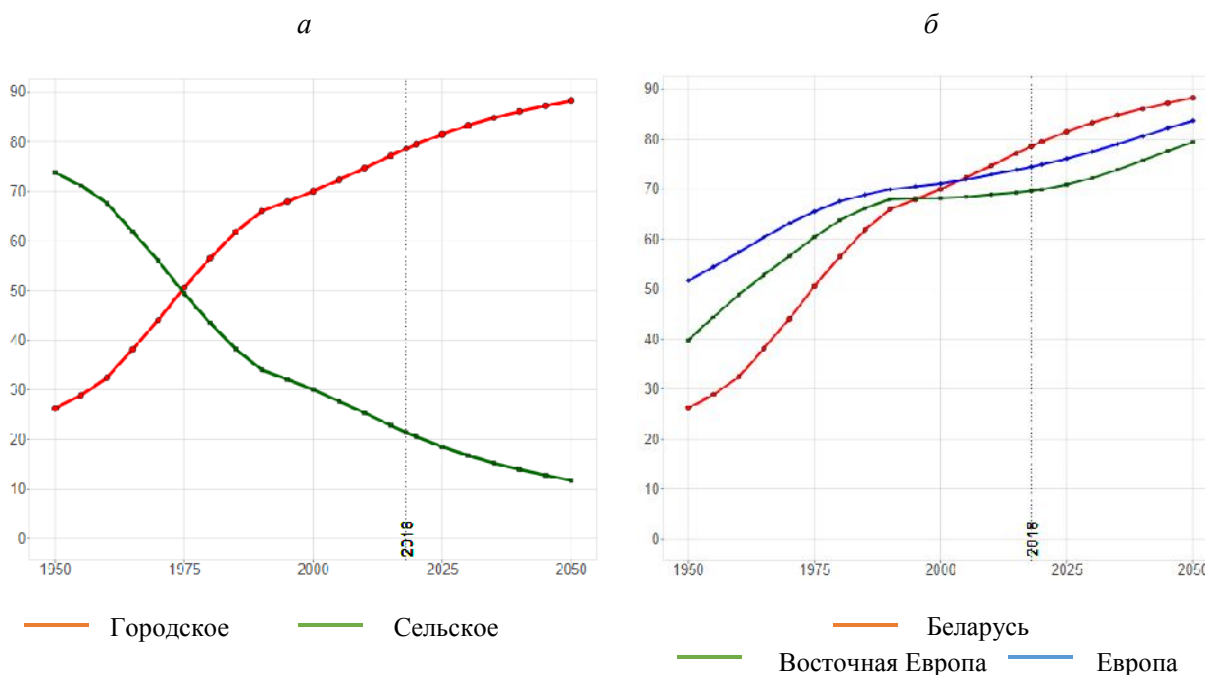


Рис. 1. Доля в общей численности населения Беларуси с 1950 по 2050 год: а – городского и сельского населения; б – городского населения по сравнению с субрегионами и регионом

Степень урбанизации, являясь отражением уровня развития общества, определяется развитостью производственной, социальной и инженерной инфраструктуры, что достигается главным образом в городах. Преимуществом сельского расселения Беларуси является следующее. Нынешняя система сельского расселения Беларуси впитала генетику советского периода: современные центры сельского расселения – агрогородки – были образованы путем преобразования существовавших ранее центральных усадеб передовых колхозов и совхозов. Благоустроенность агрогородков делает их привлекательными для населения.

Методология. Историко-генетический анализ сельского расселения включает ряд методик и методов исследования и содержит следующие последовательно выполняемые этапы: выбор объекта исследования и сбор исходных данных; анализ динамики количественных и качественных показателей; картографическое моделирование; характеристика связей в системе расселения; общая оценка изменений в системе расселения.

Методологической основой исследования послужили общенаучные методы, такие как системный подход и метод сравнительного анализа, а также специальные междисциплинарные – метод картографического моделирования с использованием геоинформационных систем (ГИС). В процессе исследования изучены документы территориального планирования и открытые картографические источники.

Историзм, являясь одним из принципов системного подхода, состоит в исследовании прошлого системы и выявлении тенденций и закономерности ее будущего развития (поведения), прогнозирование которого является необходимым условием эффективного функционирования системы, обеспечиваемого принимаемыми решениями по ее совершенствованию. Исследование градостроительных систем возможно только при понимании их генезиса, как результата предшествующего развития. Поэтому использование принципа историзма позволяет рассматривать систему расселения в конкретных исторических условиях и устанавливать пространственно-временную динамику: выявлять периоды/этапы/стадии и особенности ее эволюции, объясняя современное состояние и образ; прогнозировать перспективные направления развития (совершенствования).

Одной из главных задач проведения ретроспективного анализа является определение исторических этапов. Для решения задач, поставленных в работе, в истории формирования современной системы сельского расселения Беларуси выделено три периода: дореволюционный, советский и современный, на протяжении которых происходила наиболее активная трансформация системы сельского расселения. По существу, выбор этих периодов обусловлен сменой административного устройства страны: от империализма к социализму, а позднее – к новому социально-экономическому этапу возникновения самостоятельного государства – Республики Беларусь.

Для анализа выбрана территория в современных границах Могилевского района (рисунок 2).

Источниками для исследования послужили данные переписей населения (с конца XIX в. по

настоящее время) и схемы комплексной территориальной организации (СКТО) Могилевского района [32]. Картографическое моделирование выполнено с использованием ГИС с открытым исходным кодом (QuantumGIS).

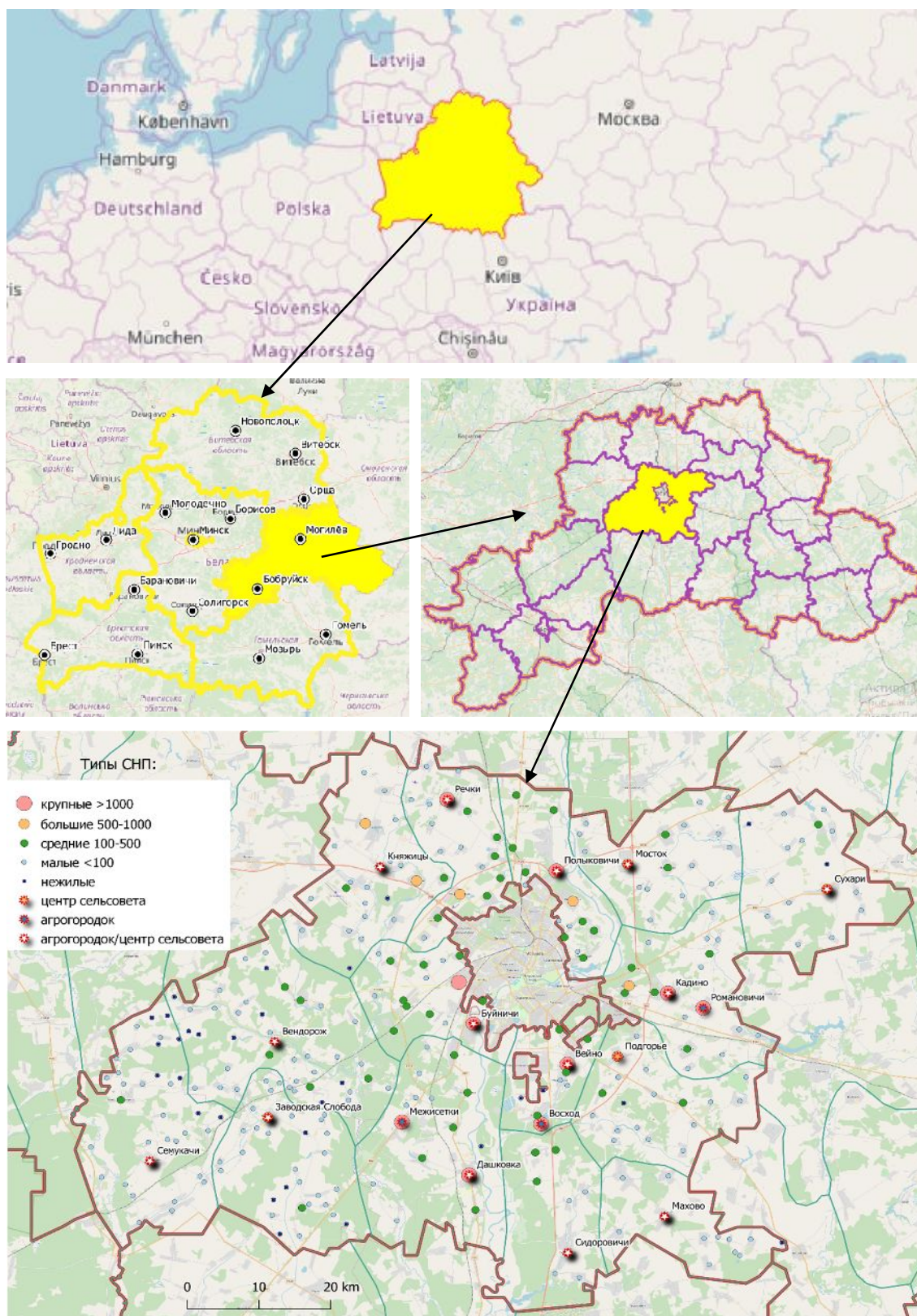


Рис. 2. Объект историко-генетического анализа (Могилевский район)

Основная часть.**Административно-территориальное деление.**

Дореволюционный период. Основные преобразования в административно-территориальном делении (АТД) дореволюционной России, в состав которой входила территория Могилевского района, завершились к 60–80 гг. XIX в. Уездно-волостное деление сохранялось вплоть до административно-территориальной реформы 1923–1929 гг. Характерным для Северо-Западного края было трехуровневое административно-территориальное устройство: «губерния – уезд – волость». Территория современного района входила в состав одноименной Могилевской губернии и была поделена между Быховским, Горечковским, Могилевским и Чаусским уездами. В состав Могилевского уезда в 1913 г. входило 13 волостей, центры которых выступали и в роли центров сельского расселения, вокруг которых формировались села и деревни. В современных границах Могилевского района населенные пункты относились к двенадцати волостям.

Советский период начался с нового этапа в развитии сельского расселения, связанного с началом коллективизации в 1920-х гг. В ходе административно-территориальной реформы 1923–1929 гг. уездно-волостное деление было заменено районным. В 1924 г. Могилевский уезд был упразднен, а его территория вошла в состав Могилевского округа БССР, первоначально включающего 10 районов, и увеличенного в 1927 г. за счет присоединения 8 районов упразднённого Калининского округа. Чуть позже, в том же 1927 г. были ликвидированы Бельинковичский и Милославичский районы. Сам округ был упразднён

в 1930 г. наряду с большинством округов СССР, а районы были переданы в прямое подчинение БССР. Начиная с 1938 г. система административно-территориального устройства Беларуси стала трехуровневой: «область – район – сельсовет».

Современная система административно-территориального устройства осталась неизменной с советского периода, представлена тремя уровнями «Область – Район – Сельсовет» и включает 6 областей и 118 районов. Интересно, что в последнее время белорусскими учеными предлагаются различные концепции по совершенствованию АТД Беларуси. Одна из предложенных моделей предполагает замену трехступенчатой системы «Область – Район – Сельсовет» на двухступенчатую «Округ – район». Первичные уровни административно-территориальных единиц предложено упразднить за счет создания новых районов, увеличив их количество более чем в 3 раза и, тем самым уменьшив радиус доступности центра района до 14–17 км (рис. 3). Предполагается, что такое решение приведет к положительным изменениям в регионах: устранению неравномерности в развитии, изменению социальных стандартов и др. При этом, следует отметить, что предлагаемая схема не включает низшего уровня АТД – центров сельского расселения, что может вызвать негативные последствия его развития.

Результатом анализа административно-территориального устройства Беларуси в рассматриваемый период стала модель трансформации системы АТД (рис. 4).

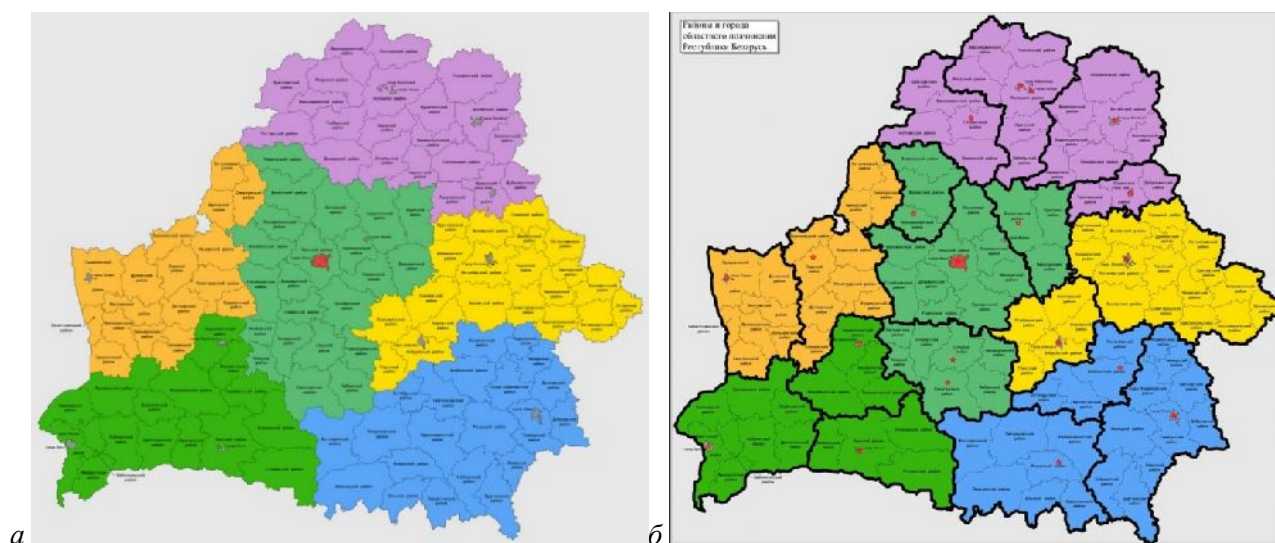


Рис. 3. Административно-территориальное деление Беларуси: а – современное; б – перспективное



Рис. 4. Модель реорганизации системы административно-территориального устройства Беларуси в XX – начале XXI вв.

Пространственно-территориальная реорганизация.

С наступлением *советского периода* началось поглощение близлежащих к районному центру (г. Могилеву) СНП, что можно считать началом периода урбанизации, обусловленным развитием индустрии на территории республики и проходившим в результате начавшихся мероприятий новой экономической политики. Так, в 1921 г. решением Могилевского горисполкома ряд СНП трех волостей (хутора Половинный Лог, земли около Святого озера, Броды, Холмы, 1-я Тишовка, 2-й совхоз «Краснополье» и Машековка.) были принудительно включены в городскую черту. Здесь следует отметить, что некоторые СНП (деревни Малый Печерск, Карабановка, Затишье, Горки, хутор Городщина) было решено

оставить в черте Могилевского уезда. Интересно, что спустя несколько лет (в 1935 г.) деревни Тишовка 1-я, Половинный Лог, Краснополье, Броды, Холмы показаны на карте как отдельные СНП. Позднее с карт Могилевского уезда/района исчезли и другие СНП. О существовании д. Коробановка сегодня напоминают лишь улицы Верхняя и Нижняя Карабановка; д. Поповка ещё до войны располагалась вдоль современного пр. Димитрова; д. Давыдовка, ставшая частью города и укрупнившаяся в советское время, сегодня носит неофициальное название «поселок Абиссиния»; д. Титовка располагалась на выезде из Могилева вдоль Быховского ш.; в 1931 г. частью города стало местечко Луполово в результате упразднения одноименного района (рис. 5).

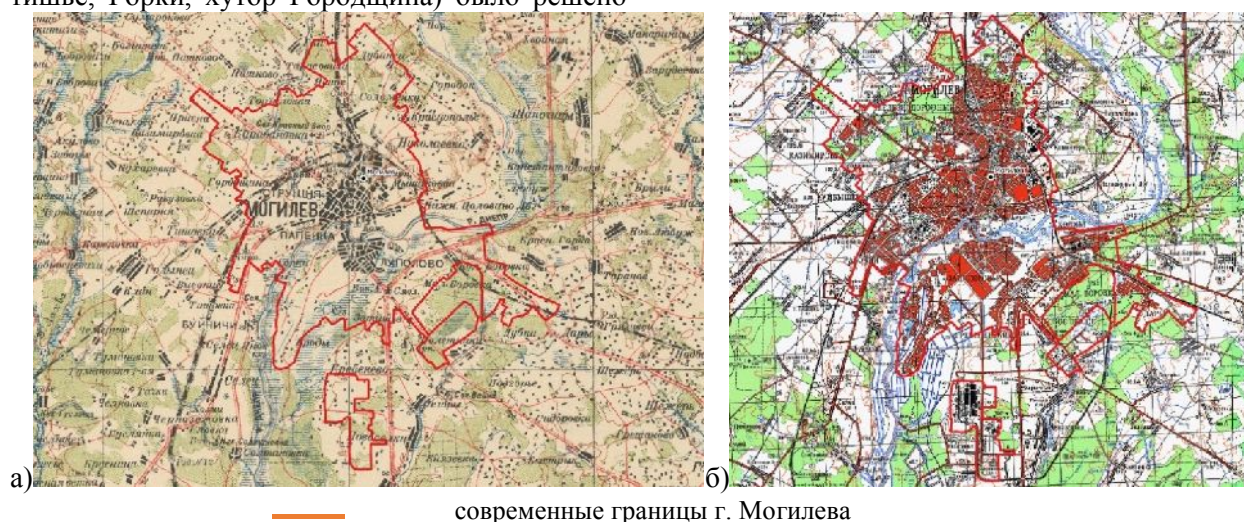


Рис. 5. Фрагменты карт Могилевского района: а – 1935 г.; б – 1989 г.

Особенно ярко урбанизационные процессы в БССР начали проявляться в послевоенное время (начиная с середины 1950-х гг.) и были связаны с рядом исторических, социально-экономических, природных и политических процессов. Среди основных предпосылок ускорения урбанизации на этом этапе следует выделить лоббирование размещения на территории БССР новых производств химической, радиоэлектронной и легкой промышленности, требующих привлечения трудовых ресурсов; принятие мер по повышению качества и дисциплинированности трудовых ресурсов путем развития системы высокоуровневого профессионально-технического образования. Так, к началу 1970-х гг. с карт Могилевского района исчезла и д. Гребенево, на месте которой был размещен крупнейший европейский производитель химической продукции – Могилевский комбинат синтетического волокна, территория которого была включена в городскую черту. О деревне Гребенево сегодня напоминает лишь расположившийся немного западнее одноименный городской район.

Усилению урбанизации на республиканском уровне способствовало образование в середине XX в. ряда городов. Что было связано с развитием новых отраслей промышленности: электроэнергетической (г. Белоозерск и г. Новолукомль), нефтехимической (г. Новополоцк), горнодобывающей (г. Солигорск). Здесь следует отметить, что основным источником трудовых ресурсов стала внутренняя миграция из села в город. Так к концу советского периода БССР фактически стала индустриально-аграрной страной с преобладанием городского населения.

В *современный период* (в середине 2000-х гг.) в состав г. Могилева вошли д. Малая Боровка и частично д. Дары.

Типология сельских населенных пунктов.

Характерной особенностью *дореволюционного периода* было значительное количество типов сельских населенных пунктов, к наиболее распространенным и заселенным следует отнести села, деревни и хутора. Особую группу представляли сельские населенные пункты усадебного типа (двор, маёнтак (имение), усадьба, мыза, фольварок и др.). Отметим, что при изучении системы сельского расселения Беларуси выявлены некоторые типы сельских поселений, не характерные для исследуемого района в рассматриваемый период: вёска, корчма, колония.

В *советский период* в типологии сельских населенных пунктов произошли значительные изменения. Первые преобразования связаны с началом коллективизации и образованием колхозов и совхозов, что в конечном итоге привело к исчезновению некоторых ранее традиционных

типов СНП (маёнтак/имение, усадьба, колония, вёска, слобода, погост). Застенки стали называться хуторами или выселками, при этом количество хуторов и малых деревень значительно сократилось в связи с переселением жителей во вновь образованные более крупные по численности населения СНП (деревни и поселки). Следует отметить, что в период коллективизации появился новый тип сельских населенных пунктов – коммуна, просуществовавший относительно недолго (с 1920-х по 1930-е гг.) и преобразованный позднее в деревню. Коллективизация привела к упразднению и такого традиционного типа СНП как село, трансформировавшегося в поселок/деревню, и созданию двух новых типов (машинно-тракторные (МТС) и ремонтно-технические станции (РТС)), необходимых для обслуживания потребностей сельских поселений и просуществовавших до 1960-х гг. К середине 1930-х гг. увеличение числа СНП было связано со сменой типа некоторых населенных пунктов (местечко), а уменьшение – с проводимой в тот период политикой рехуторизации (ликвидацией хуторов и малых СНП), а позже – с уничтожением СНП в результате военных действий Второй мировой войны. К концу 1960-х гг. значительно сократилось количество хуторов, которые официально перестали признаваться как тип СНП, хотя фактически просуществовали до конца советского периода, называясь «поселками» и «деревнями». Таким образом, к концу советского периода система сельского расселения была представлена двумя типами СНП (поселок и деревня).

Современный период развития сельского расселения разделен на два этапа: *первый* связан с распадом СССР и становлением новой системы расселения, *второй* – с принятием «Государственной программы развития и возрождения села на 2005–2010 гг.», направленной на совершенствование сельского расселения Беларуси. Программой было предусмотрено образование нового типа СНП – агорогородков – благоустроенных СНП, административных, организационно-хозяйственных и социально-культурных центров сельского расселения Беларуси, обеспечивающих социальные стандарты проживающему в них населению и жителям прилегающих территорий в радиусе до 15 км. СНП стали классифицироваться по двум признакам. По роли в системе расселения были выделены две группы: 1) опорные центры местного значения (аггородки); 2) рядовые СНП. По количеству населения было выделено четыре группы: малые, средние, большие и крупные СНП. В недавних исследованиях принята новая типология, в соответ-

ствии с которой СНП представлены пятью типами по роли в системе расселения, при этом отличительной особенностью является отсутствие четкого разделения по численности населения.

В результате изучения типов СНП Беларуси за рассматриваемый период получена историко-генетическая модель типологии сельских населенных пунктов Беларуси (рис. 6).

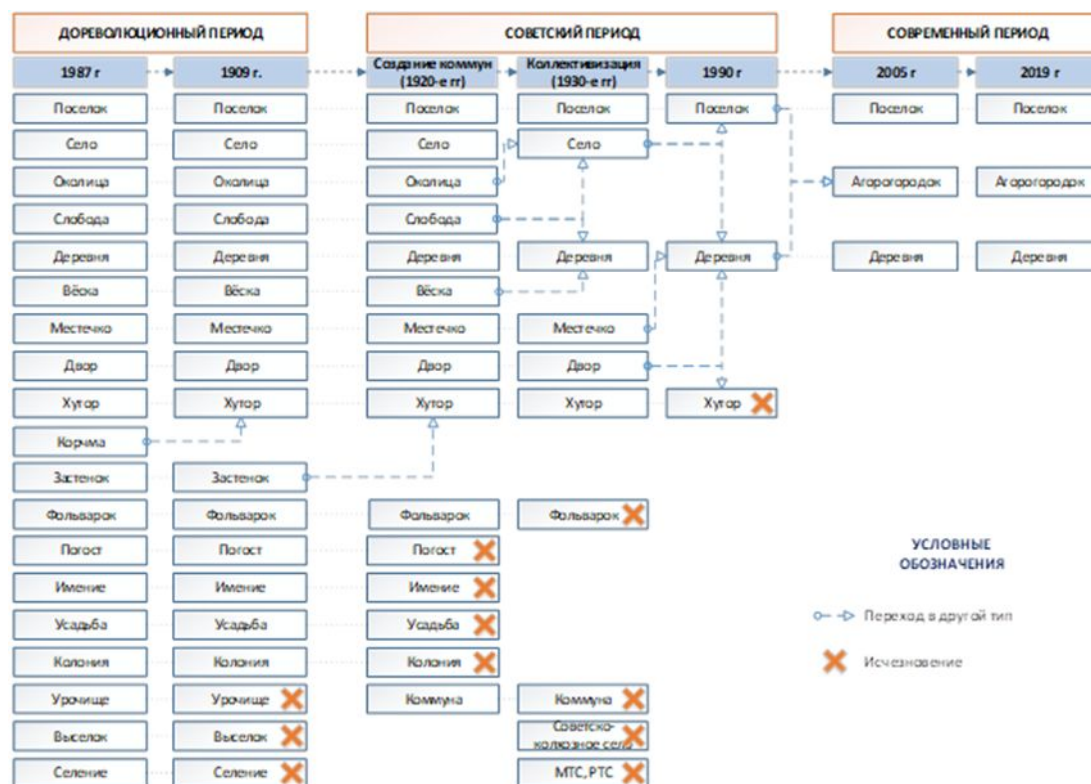


Рис. 6. Историко-генетическая модель типологии сельских населенных пунктов Беларуси

Выводы. В результате ретроспективного анализа выделены три исторических этапа развития сельского расселения Беларуси: дореволюционный, советский и современный, оказавшие существенное влияние на формирование современной системы сельского расселения, трансформация которой происходила под воздействием преимущественно политических и социальных факторов.

Советский период способствовал процессу урбанизации и сокращению численности населения, проживающего в СНП, и уменьшению количества сел и деревень, некоторые из которых были поглощены городами. На современном этапе развития отмечается стабилизация сельского расселения: количество СНП регулируется документами территориального планирования; обеспечивается комплексное развитие сельских регионов и малых городов (совершенствование инфраструктуры, создание рабочих мест, обеспечение комфортных условий проживания и др.). Что обеспечивает нивелирование уровня жизни в городе и на селе, ослабление межрегиональных контрастов, снижение демографической нагрузки на большие города и предотвращает центростремительные тенденции в расселении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В. Принципы стратегического планирования развития территорий (на примере федеральной земли Бавария) // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 2. С. 158–168. doi: 10.22227/1997-0935.2019.2.158-168.
2. Перькова М.В., Большаков А.Г. Теоретическая модель развития региональной системы расселения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 105–111. doi: 10.12737/240931
3. Фомкина А.А. Трансформация сельских систем расселения в староосвоенном Нечерноземье с конца XIX до начала XXI в. // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2017. № 5. С. 68–75.
4. Ilvitskaya S., Prihodko V. Innovative technologies in the field of topography, land management, territorial planning, construction and architecture // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2018. 365. 022030. doi:10.1088/1757-899X/365/2/022030
5. Krčilková Š., Janovská V. Land Tenure as a Factor Underlying Agricultural Landscape Changes in Europe: A Review. // Scientia Agriculturae Bohemica. 2016. 47. 2. 68–81. Available From: De Gruyter - Sciendo <<https://doi.org/10.1515/sab-2016-0011>> [Accessed 01 March 2020]

6. Данилина Н.В. «Nomadic Urbanism» – современный подход к планированию городских общественных территорий // *Экология урбанизированных территорий*. 2018. № 2. С. 91–95. doi: 10.24411/1816-1863-2018-12091.
7. Shevchenko E., Danilina N. Historical Settlement Systems as Strategic Vector of Russian Federation Development // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. 012152. doi: 10.1088/1757-899X/451/1/012152.
8. Есаулов Г.В. Об идентичности в архитектуре и градостроительстве // *Academia. Архитектура и строительство*. 2018. № 4. С. 12–18. doi: 10.22337/2077-9038-2018-4-12-18
9. Forleo M. B. et al. Socio-Economic Drivers, Land Cover Changes and the Dynamics of Rural Settlements: Mt. Matese Area (Italy) // *European Countryside*. 2017. 9 (3). 435–457. doi: 10.1515/euco-2017-0026
10. Щербина Е.В., Белал А.А. Значение объектов исторического и культурного наследия при реконструкции и восстановлении городов // *Вестник МГСУ*. 2019. Т. 14. № 4 (127). С. 417–426. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.4.417-426.
11. Евсеева Е.В., Ильвицкая С.В. Культурный ландшафт // *Архитектура и строительство России*. 2019. № 3 (231). С. 116–117.
12. Эколого-экономические аспекты функционирования региональных систем. Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Н.М. Ветровой. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. 244 с.
13. Lamia Ferdous, Abdulla-Al Kafy, Akanda Md. Raihan Gafur, Md. Abdul Wakil. An Analysis on Influencing Factors of Rural Housing and Settlement Pattern in Rajshahi, Bangladesh // *Landscape Architecture and Regional Planning*. 2017. Vol. 2. No. 4. Pp. 99–109. doi: 10.11648/j.larp.20170204.12.
14. Micro Level Analysis of Rural Development (A case study of Mathurapur Block-II, South 24 Parganas, West Bengal). Available from: https://www.researchgate.net/publication/331466033_Micro_Level_Analysis_of_Rural_Development_A_case_study_of_Mathurapur_Block-II_South_24_Parganas_West_Bengal [accessed Apr 13 2019]
15. Bournaris, Thomas & Moulogianni, Christina & Manos, Basil. A multicriteria model for the assessment of rural development plans in Greece // *Land Use Policy*. 2014. 38. 1–8. 10.1016/j.landusepol.2013.10.008.
16. Vercillo, Siera. Sustainable Livelihoods and Rural Development. *Canadian Journal of African Studies* // *Revue Canadienne des Études Africaines*. 2016. 50. 326–328. doi: 10.1080/00083968.2015.1106713.
17. Теличенко В.И., Щербина Е.В. Социально-природно-техногенная система устойчивой среды жизнедеятельности // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 6. С. 5–12. doi: 10.33622/0869-7019.2019.06.5-12.
18. Щербина Е.В., Маршалкович А.С., Зотова Е.А. Устойчивое развитие сельских поселений: значение экологических факторов // *Экология урбанизированных территорий*. 2018. №2. С. 78–83. doi: 10.24411/1816-1863-2018-12078.
19. Щербина Е.В., Горбенкова Е.В. Значение социально-демографических факторов для устойчивого развития агрогородков // *Научное обозрение*. 2013. № 9. С. 128–131.
20. Zhao Y., Leng H., Sun P., Yuan Q. Application and Validation of a Municipal Administrative Area Spatial Zoning Model in Village-Town System Planning // *Sustainability*. 2019. 11. 1855. doi: 10.3390/su11071855.
21. Zhao Y., Leng H., Sun P., Yuan Q. A Spatial Zoning Model of Municipal Administrative Areas Based on Major Function-Oriented Zones // *Sustainability*. 2018. 10. 2976. doi: 10.3390/su10092976.
22. Горбенкова Е.В. Устойчивое развитие системы сельско-городского расселения // *Экономика строительства и природопользования*. 2018. № 2 (67). С. 67–72.
23. Van Vliet J., de Groot H.L.F., Rietveld P., Verburg P.H. Manifestations and underlying drivers of agricultural land use change in Europe // *Landscape and Urban Planning*. 2015. 133. 24–36. doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.09.001.
24. Gorbenkova E., Shcherbina E., Belal A. Rural Areas: Critical Drivers for Sustainable Development // *IFAC-PapersOnLine*. 2018. Vol. 51. № 30. Pp. 786–790.
25. Shcherbina E.V., Gorbenkova E.V. Modeling the Rural Settlement Development // *Materials Science Forum*. 2018. Vol. 931 MSF. P. 877–882.
26. Кубецкая Л.И., Кудрявцева Н.О. Историко-генетические особенности расселения и градостроительная структура русских поселений Севера как отражение национальной самобытности и культурного достояния России // *Градостроительство*. 2019. № 5 (63). С. 36–48.
27. Кудрявцева Н.О., Кубецкая Л.И. Историко-генетические взаимосвязи Псковско-Новгородской системы расселения // *Academia. Архитектура и строительство*. 2018. № 1. С. 44–52.
28. Антипова Е.А., Шавель А.Н., Запрудский И.И. Экономико-географические и социально-экономические различия регионов Республики Беларусь как основа совершенствования административно-территориального деления // *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология*. 2019. № 1. С. 3–21.
29. Антипова Е.А. Демографическое развитие Республики Беларусь в XXI веке: тенденции, региональные различия, проблемы // *Народонаселение*. 2016. № 1-1 (71-1). С. 5–15.

30. Горбенкова Е.В. Факторы, определяющие развитие сельского расселения // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 7. С. 805–818. doi: 10.22227/1997-0935.2019.7.805-818.

31. Щербина Е.В., Горбенкова Е.В. Современные подходы градостроительного проектирования сельских поселений и малых городов //

Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2018. № 4 (24). С. 105–116.

32. Схема комплексной территориальной организации Могилевского района [Электронный ресурс]. URL: <http://mogilev.mogilev-region.by/uploads/files/Ekologicheskij-doklad-Mogilevskij-rajon.pdf> (дата обращения: 11.09.2019).

Информация об авторах

Горбенкова Елена Владимировна, советник РААСН, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильных дорог. E-mail: gorbenkova@yandex.ru. Белорусско-Российский университет. Беларусь, 212030, Могилев, проспект Мира, 43.

Поступила 19.03.2020

© Горбенкова Е.В., 2020

Gorbenkova E. V.

Belarusian-Russian University

E-mail: gorbenkova@yandex.ru

HISTORICAL AND GENETIC ANALYSIS OF THE FORMATION OF THE RURAL SETTLEMENT SYSTEM IN BELARUS

Abstract. Modern socio-economic conditions require a new approach to the study of settlement systems. Historical and genetic analysis is one of the most effective methods used in urban planning and allows to represent rural settlement system as a set of formed elements with their own borders (historical, natural, etc.). The main stages of historical and genetic analysis include research object selection, initial data collection; analyzing the dynamics of quantitative and qualitative indicators; cartographic modeling; characterizing the settlement system interrelations; general assessment of settlement system changes. The manuscript contains research results in studying the formation features of rural settlement system in terms of Mogilev region (Republic of Belarus). The history of forming the modern rural settlement system in Belarus includes three periods: pre-revolutionary, Soviet and modern, when the most active transformation of rural settlement system took place. For each period, a retrospective analysis of the administrative-territorial division, spatial-territorial organization, and typology of rural localities is conducted. As a research result, the model of the reorganization of Belarus administrative-territorial system in the XX – early XXI centuries and the historical and genetic model of rural localities typology in Belarus are obtained. The Soviet period contributed to urbanization, rural population reduction and rural settlements reduction. The modern period is characterized by rural settlement stabilization.

Keywords: rural settlement system, settlement system, cartographic modeling, historical and genetic analysis, rural settlement.

REFERENCES

1. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V. Principles of area development strategic planning (the case of the free state of Bavaria) [Principy strategicheskogo planirovaniya razvitiya territorij (na primere federal'noj zemli Bavariya)]. Vestnik MGSU. 2019. Vol. 14 (2). Pp 158–168. doi: 10.22227/1997-0935.2019.2.158-168 (rus)
2. Perkova M.V., Bolshakov A.G. Theoretical Model of Regional Development Settlement System [Teoreticheskaya model' razvitiya regional'noj sistemy rasseleniya]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2017. No. 1. Pp. 105–111. doi: 10.12737/240931 (rus)
3. Fomkina A.A. Transformation of rural settlement system in the old-developed Non-Chernozem area from the end of the 19th to the beginning of

the 21st century [Transformaciya sel'skih sistem rasseleniya v staroosvoennom Nechernozem'e s konca XIX do nachala XXI v.]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5, Geografiya. 2017. No. 5. Pp. 68–75. (rus)

4. Ilvitskaya S., Prihodko V. Innovative technologies in the field of topography, land management, territorial planning, construction and architecture. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2018. 365. 022030. doi:10.1088/1757-899X/365/2/022030

5. Krčilková, Š., and Janovská, V. Land Tenure as a Factor Underlying Agricultural Landscape Changes in Europe: A Review. Scientia Agriculturae Bohemica. 2016. 47. 2. 68–81. Available From: De Gruyter - Sciencedo <https://doi.org/10.1515/sab-2016-0011> [Accessed 01 March 2020]

6. Danilina N. V. «Nomadic urbanism» – the modern conception of public areas urban planning

[«Nomadic Urbanism» – sovremennyj podhod k planirovaniyu gorodskih obshchestvennyh territorij]. Ecology of Urban Areas. 2018. No. 2. Pp. 91–95. doi: 10.24411/1816-1863-2018-12091. (rus)

7. Shevchenko E., Danilina N. Historical Settlement Systems as Strategic Vector of Russian Federation Development. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Pp. 012152. doi: 10.1088/1757-899X/451/1/012152.

8. Esaulov G.V. On Identity in Architecture and Urban Planning [Ob identichnosti v arhitekture i gradostroitel'stve]. Academia. Architecture and construction. 2018. No. 4. Pp. 12–18. doi: 10.22337/2077-9038-2018-4-12-18

9. Forleo, M. B. et al. Socio-Economic Drivers, Land Cover Changes and the Dynamics of Rural Settlements: Mt. Matese Area (Italy). European Countryside. 2017. 9 (3). 435–457. doi: 10.1515/euco-2017-0026

10. Shcherbina E.V., Belal A.A. The value of historical and cultural heritage in the reconstruction and restoration of cities [Znachenie ob'ektov istoricheskogo i kul'turnogo naslediya pri rekonstrukcii i vosstanovlenii gorodov]. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2019; 14(4):417-426. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.4.417-426 (rus)

11. Evseeva E.V., Ilvitskaya S.V. Cultural landscape [Znachenie ob'ektov istoricheskogo i kul'turnogo naslediya pri rekonstrukcii i vosstanovlenii gorodov]. Architecture and Construction of Russia. 2019. No 3 (231). Pp. 116–117. (rus)

12. Ecological and economic aspects of the functioning of regional systems: monography [Ekologo-ekonomicheskie aspekty funkcionirovaniya regional'nyh sistem]. Simferopol: IT «ARIAL», 2019. 244 p. (rus)

13. Lamia Ferdous, Abdulla-Al Kafy, Akanda Md. Raihan Gafur, Md. Abdul Wakil. An Analysis on Influencing Factors of Rural Housing and Settlement Pattern in Rajshahi, Bangladesh. Landscape Architecture and Regional Planning. 2017. Vol. 2. No. 4. Pp. 99–109. doi: 10.11648/j.larp.20170204.12.

14. Micro Level Analysis of Rural Development (A case study of Mathurapur Block-II, South 24 Parganas, West Bengal). Available from: https://www.researchgate.net/publication/331466033_Micro_Level_Analysis_of_Rural_Development_A_case_study_of_Mathurapur_Block-II_South_24_Parganas_West_Bengal [accessed Apr 13 2019]

15. Bournaris, Thomas & Moulogianni, Christina & Manos, Basil. A multicriteria model for the assessment of rural development plans in Greece. Land Use Policy. 2014. 38. 1–8. doi: 10.1016/j.landusepol.2013.10.008.

16. Vercillo, Siera. Sustainable Livelihoods and Rural Development. Canadian Journal

of African Studies. Revue Canadienne des Études Africaines. 2016. 50. 326–328. Doi:10.1080/00083968.2015.1106713.

17. Telichenko V. I., Shcherbina E. V. Social-Natural-Technogenic System of Sustainable Environment of Vital Activity [Social'no-prirodno-tekhnogennaya sistema ustojchivoj sredy zhiznedejatel'nosti]. 2019. No. 6. Pp. 5–12. doi: 10.33622/0869-7019.2019.06.5-12. (rus)

18. Shcherbina E.V., Marshalkovich A.S., Zotova E.A. Sustainable development of rural settlements: the importance of environmental factors [Ustojchivoe razvitie sel'skih poselenij: znachenie ekologicheskikh faktorov]. Ecology of Urban Areas. 2018. No. 2. Pp. 78–83. doi: 10.24411/1816-1863-2018-12078.

19. Scherbina E.V., Gorbenkova E.V. Importance of socio-demographic factors in the stable development of agro-towns [Znachenie social'no-demograficheskikh faktorov dlya ustojchivogo razvitiya agrogorodkov]. Science Review. 2013. No. 9. Pp. 128–131. (rus)

20. Zhao, Y.; Leng, H.; Sun, P.; Yuan, Q. Application and Validation of a Municipal Administrative Area Spatial Zoning Model in Village-Town System Planning. Sustainability. 2019. 11. 1855. doi: 10.3390/su11071855.

21. Zhao Y., Leng H., Sun P., Yuan Q. A Spatial Zoning Model of Municipal Administrative Areas Based on Major Function-Oriented Zones. Sustainability. 2018. 10. 2976. doi: 10.3390/su10092976.

22. Gorbenkova E.V. Sustainable development of rural-urban settlement system [Ustojchivoe razvitie sistemy sel'skogorodskogo rasseleniya]. Construction economic and environmental management. 2018. No. 2 (67). Pp. 67–72. (rus)

23. Van Vliet J., de Groot H. L. F., Rietveld, P. and Verburg, P. H. Manifestations and underlying drivers of agricultural land use change in Europe. Landscape and Urban Planning. 2015. 133. 24–36. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.09.001.

24. Gorbenkova E., Shcherbina E., Belal A. Rural Areas: Critical Drivers for Sustainable Development. IFAC-PapersOnLine. 2018. Vol. 51. No. 30. P. 786–790.

25. Shcherbina E.V., Gorbenkova E.V. Modeling the Rural Settlement Development. Materials Science Forum. 2018. Vol. 931 MSF. P. 877–882.

26. Kubeckaya L.I., Kudryavtseva N.O. Historical and Genetic Features of Settlement and Urban Structure of Russian Settlements of The North as a Reflection of the National Identity and Cultural Heritage of Russia [Istoriko-geneticheskie osobennosti rasseleniya i gradostroitel'naya struktura russkikh poselenij Severa kak otrazhenie nacional'noj samobytnosti i kul'turnogo dostoyaniya Rossii]. City and town panning. 2019. No. 5 (63). Pp. 36–48. (rus)

27. Kudryavtseva N.O., Kubeckaya L.I. Historical-Genetic Interconnections of the Pskov-Novgorod Settlement System [Istoriko-geneticheskie vzaimosvyazi Pskovsko-Novgorodskoj sistemy rasseleniya]. Academia. Architecture and construction. 2018. No. 1. Pp. 44–52. (rus)

28. Antipova E.A., Shavel A.N., Zaprudskij I.I. Economic and geographical and socio-economic differences of regions of the Republic of Belarus as a basis for improvement of administrative-territorial division [Ekonomiko-geograficheskie i social'no-ekonomicheskie razlichiya regionov Respubliki Belarus' kak osnova sovershenstvovaniya administrativno-territorial'nogo deleniya]. Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology. 2019. No. 1. Pp. 3–21. (rus)

29. Antipova E.A. Demographic development of republic of Belarus in XXI century: trends, regional differences, problems [Demograficheskoe razvitie Respubliki Belarus' v HKHI veke: tendencii,

regional'nye razlichiya, problemy]. Population. 2016. No 1-1 (71-1). Pp. 5–15. (rus)

30. Gorbenkova E.V. Factors shaping the development of rural settlement [Faktory, opredelyayushchie razvitie sel'skogo rasseleniya]. Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering. 2019. 14 (7). 805–818. doi: 10.22227/1997-0935.2019.7.805-818 (rus)

31. Shcherbina E.V., Gorbenkova E.V. Modern approaches of urban development design of rural settlements and small cities [Sovremennye podhody gradostroitel'nogo proektirovaniya sel'skih poselenij i malyh gorodov]. Biospheric compatibility: human, region, technologies. 2018. No. 4 (24). P. 105–116. (rus)

32. Scheme of integrated territorial organization of Mogilev region [Skhema kompleksnoj territorial'noj organizacii Mogilevskogo rajona]. URL: <http://mogilev.mogilev-region.by/uploads/files/Ekologicheskij-doklad-Mogilevskij-rajon.pdf>. (rus)

Information about the authors

Gorbenkova, Elena V. PhD, Assistant professor. E-mail: gorbenkova@yandex.ru. Belarusian-Russian University. Belarus, 212030, Mogilev, Mira Ave, 43.

Received 19.03.2020

Для цитирования:

Горбенкова Е.В. Историко-генетический анализ формирования системы сельского расселения Беларуси // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 107–117. DOI:10.34031/2071-7318-2020-5-6-107-117

For citation:

Gorbenkova E.V. Historical and genetic analysis of the formation of the rural settlement system in Belarus. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 107–117. DOI:10.34031/2071-7318-2020-5-6-107-117

КОНСТРУКТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XIX ВЕКА

Аннотация. В статье рассмотрены изменения, происходившие в архитектурно-строительной практике России в первой половине XIX века. Апробируются и внедряются новые строительные материалы, такие как чугун, железо, облицовочный кирпич, гидравлические вяжущие. Постепенно происходит смена сводчато-балочной конструктивной системы жилых зданий на балочную. В этот период появились первые примеры несущего каркаса в здании из чугунных колонн, что в следующих десятилетиях коренным образом изменило возможности архитектуры. В середине XIX века деревянные фермы стали повсеместно заменять на железные, более долговечные и надежные в противопожарном отношении. Создание сложных большепролетных конструкций из новых материалов привело к необходимости разработки методов их расчета, появлению новой специальности в строительном проектировании – инженеров-конструкторов. Усиление кирпичной кладки стен, ее армирование железными элементами, позволяло повысить высоту зданий массовой жилой застройки до 4–5 этажей. Лестницы по кирпичным сводам, характерные для XVII века, постепенно начинают делать по металлическим косоурам. Стали широко использоваться новые фасадные элементы, такие как балконы, лоджии, козырьки, эркеры. Из литого чугуна изготавливали решетки и кронштейны балконов, ограждения крыш, навесы над входами, оконные решетки. Применение металлических перемычек позволило расширить проемы первого этажа зданий, превращая окна в витрины. Внедрение металлических конструкций в строительную практику постепенно меняло архитектуру фасадов, что в конечном счете привело к изменению внешнего облика зданий и архитектурно-художественного стиля. В статье приводятся обобщения и выводы по исследованию, проведенному автором, на основе обширного библиографического и архивного материалов, документов обследования зданий, проектных и реставрационных чертежей, выполненных проектными мастерскими Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: исторические здания, исторические конструкции, типы конструктивных решений, исторические строительные материалы.

Введение. В первой половине XIX века в архитектурно-строительной практике России происходили существенные изменения, затронувшие сферу применения новых строительных материалов, разработку новых методов конструктивных решений, саму практику организации проектирования зданий. В этот период новшества имели единичный характер, разрабатывались и применялись для конкретных зданий обычно в столичных городах, но количество подобных решений со временем нарастало. После отмены крепостного права в России на основе созданной базы знаний, технологий и опыта произошли революционные изменения в архитектурно-строительном деле, приведшие к расцвету архитектуры и бурному росту городов в конце XIX – начала XX века. В данной статье приводятся обобщения и выводы по исследованию, проведенному автором. Перечисляются основные новые конструктивные элементы и решения и их принципиальное отличие от традиционных технологий, выявляется влияние новых конструкций на изменение архитектурно-объемного облика сооружений Санкт-Петербурга в первой половине XIX века.

Материалы и методы. В первой половине XIX века изменения охватили следующие области архитектурно-строительной сферы: применение новых строительных материалов (металлических конструкций, гидравлических вяжущих, облицовочного кирпича и т.п.), появление новых конструктивных решений (каркасная конструктивная система, фермы с раскосными элементами, лестницы по металлическим косоурам и т.п.), появление новой специальности в области проектирования – инженера-конструктора, преподавание инженерных курсов будущим архитекторам и, как следствие, издание русских учебников, описывавших комплекс архитектурных и конструктивных решений.

Обобщение и анализ данных проводились на основе обширного библиографического, архивного и проектного материалов. Этому периоду посвящены труды А.Л. Пунина [1], В.Г. Лисовского и Т.А. Славиной [2], Е.И. Кириченко [3], С.В. Семенцова [4]. Рассмотрению конкретных решений проводилось на основе учебников и литературы XIX века таких авторов как А.К. Красовский [5], В.Р. Бернгард [6], П.С. Усов [7] и др. Использовались данные архивных источников о зданиях Санкт-Петербурга, а также документы

их обследования, проектные и реставрационные чертежи, выполненные проектными мастерскими Санкт-Петербурга.

Объектом исследования является архитектура и конструкции зданий Санкт-Петербурга первой половины XIX века. **Целью** исследования является выявление особенностей процесса изменения конструктивных и объемно-пространственных характеристик архитектуры Санкт-Петербурга первой половины XIX века. **Задачи** исследования: изучение исторической материальной базы строительства и определение этапов её развития; выявление воздействия строительных материалов и конструкций на структуру фасадов и планировочное решение зданий.

Актуальность исследования. Анализ общеупотребимых и уникальных конструктивных элементов и приемов, характерных для периода классицизма в Санкт-Петербурге первой половины XIX века, необходим для расширения информационно-методической базы, применяемой в реставрационной и проектной деятельности. Знание уникальных на тот период конструктивных элементов и приемов позволит выявить их ценность на существующих конкретных исторических объектах, что может служить основой для их сохранения и охраны.

Основная часть. В развитии архитектуры рассматриваемого периода значительную роль сыграли новые конструктивные приемы, связанные с использованием новых строительных материалов – чугуна и железа. Эти материалы применялись в строительстве и раньше, однако в основном для изготовления отдельных элементов. Так, например, «в XVIII веке из чугуна отливали базы и капители колонн, декоративные элементы фасадов, железные ребра и обручи применяли в качестве каркаса куполов церквей» [8]. В конце XVIII в. в Англии чугун и железо стали применять в несущих конструкциях при строительстве. В первой половине XIX века единых норм прочности металлических конструкций не существовало, их разрабатывали и назначали каждый раз при строительстве крупного объекта. Чугунные конструкции в этот период использовали намного чаще, металл применяли в основном как связующее звено в кирпичных кладках. Уже к середине XIX века ситуация начала коренным образом меняться, все чаще металлические конструкции выполняют роль самостоятельных элементов при возведении зданий и сооружений, металлообработка (в частности гибка) уже становится более совершенной. В 1856 году английский инженер Генри Бессемер создал новую дешевую технологию получения литой стали из чугуна.

Первые большепролетные металлические конструкции относятся именно к мостостроению. Первый чугунный арочный мост в мире был сооружен через реку Северн в графстве Шропшир в Англии возведенный в 1777–1779 годах. Первые металлические мосты в России – пешеходные арочные из чугуна и железа были построены в парках Царского села еще в 1780-х гг., в Таврическом саду в 1790-х гг. В 1806 году на пересечении Мойки и Невского проспекта был возведён первый чугунный мост в Санкт-Петербурге, который имел два названия «Зелёный», из-за цвета и «Полицейский» из-за расположенного рядом отделения полиции [8]. «Зелёный Мост» построен по проекту архитектора В. Гесте с использованием конструкторского решения инженера Р. Фултона. В основе конструкции лежали чугунные блоки, перекрывающие пролёт. Первый постоянный металлический мост через Неву с разводным пролетом вблизи Васильевского острова – Благовещенский построен в 1843-1850 гг. по проекту инженера С.В. Кербедза. Конструкции моста решены в виде пологих арок из чугунных блоков, разводной пролет – в виде ферм с чугунными раскосами и железными поясами.

В 1837 году была построена первая в России железная дорога, связавшая столицу с Царским Селом. К 1848 году была построена Варшаво-Венская железная дорога, к 1851 году двухпутная железная дорога Санкт-Петербург – Москва. «Первые рельсы изготавливались в основном из чугуна, однако скоро было установлено, что стальные рельсы изнашиваются меньше, чем чугунные. Чугунные рельсы очень скоро перестали использоваться на железных дорогах» [9]. В России был построен первый большой железный мост через реку Лугу на Варшавской железной дороге. Строительство железных дорог и сопутствующих им сооружений стимулировало развитие промышленности, что в свою очередь способствовало применению металла в строительном деле.

Для строительства мостов, большепролетных конструкций уникальных зданий вокзалов, театров и дворцов приглашали специалистов – инженеров. Эмпирического опыта и расчетов архитекторов становилось уже недостаточно. Инженеры разрабатывали расчетные схемы для конкретных случаев применения, изучали европейский опыт, в частности систему расчета Гау, разрабатывали свои системы расчетов. Первыми строительными инженерами конструкторами были А.А. Бетанкур (разработка конструкций зданий Экспедиции заготовления государственных бумаг, Московского Манежа, Исаакиевского

собора и др.), М.Е. Кларк (разработка конструкций зданий Александровского чугунолитейного завода, Александринского театра, огнестойких конструкций после пожара в Зимнем дворце и др.), Д.И. Журавский (разработка конструкций мостов Николаевской железной дороги, перестройка шпиля собора Петропавловской крепости и др.), С.В. Кербедз (разработка конструкций Благовещенского моста в Санкт-Петербурге, металлического железнодорожного моста через реку Лугу и др.) и многие другие.

Постепенно менялись не только уникальные сооружения, но и рядовая застройка столицы. Господство брандмауэрного принципа планировки участков привело к дальнейшему повышению этажности и созданию сплошной уличной фасадной застройки, при которой улица воспринимается как коридор [10]. Появление новых конструктивных решений, широкое применение новых строительных материалов создавало возможности для изменения и обогащения пластики фасадов. Стали широко использоваться новые фасадные элементы, такие как балконы, лоджии, козырьки, эркеры. Из литого чугуна изготавливали решётки и кронштейны балконов, ограждения крыш, навесы над входами, оконные решетки [11]. Декоративные металлические элементы украшали архитектурную среду города. Применение металлических перемычек позволило расширить проемы первого этажа зданий, превращая окна в витрины. Внедрение металлических конструкций в строительную практику постепенно меняло архитектуру фасадов.

В 1756 г. английский ученый Д. Смит смог путем обжига известняка и глинистых примесей получить водостойкое вяжущее – гидравлическую известь. В 1824 г. Джозеф Аспдин разработал современный портландцемент, который после смешивания с щебнем, песком и водой можно было применять в качестве бетона. В 1856 г. в г. Гроздеце был запущен 1-й русский завод по производству портландцемента, в 1866 году был построен цементный завод в Риге. Во 2-й половине XIX века данный материал начал повсеместно применяться в строительстве.

В XIX веке улучшилось качество кирпича, «стантезировался его размер». В 1811 году Инженерный департамент Военного министерства составил «Урочный реестр по части гражданской архитектуры», в котором указывалось, что кирпич должен иметь размеры, соответствующие современным 26,6×13,3×6,7 см [12]. Результатом технологического бума середины XIX века в промышленно развитых странах Европы стало изобретение первых машин для массового производства кирпича – ленточного пресса и кольцевой

печи для обжига. В результате на строительный рынок поступал хорошо обожжённый кирпич, то есть облицовочный кирпич. Появилась возможность строить дома из кирпича, не оштукатуривая их. К примерам неоштукатуренных зданий из кирпича следует отнести Съезжий дом в Коломенской части, построенный в 1849–1851 гг. архитекторами Р.А. Желязевичем и Р. Бернгардом. В конце 1950-х – начале 1960-х гг. Р. Бернгард построил из кирпича без штукатурки Градирни Газового завода Общества столичного освещения и другие промышленные здания, положившие начало целому направлению в архитектуре, известному как «кирпичный стиль».

Для усиления кирпичной кладки традиционно использовались металлические элементы. Эта технология появилась еще в Петербурге в XVIII в. Один из примеров применения армокаменных конструкций – архитравы колоннады Казанского собора. Пролеты между колоннами перекрывались клинчатыми перемычками, укрепленными железными полосами. Каменная и кирпичная кладка стен также армировалась железными полосами и тяжами. Усиление кирпичной кладки позволяло повышать высоту зданий. Средняя высота зданий в 4–5 этажей стала обычной для зданий в Петербурге.

С появлением металлического крепежа появилась возможность делать больший вынос карнизов, что обеспечивало лучшую защиту фасада от осадков. Со второй половины XVIII века кирпичный карниз делали с помощью лещадной плиты. В XIX веке при устройстве кирпичного карниза применяли новый способ устройства карниза – карнизную стену из кирпича армировали элементами из полосового железа, которое выступало вместо карнизной плиты.

В XIX веке для перекрытия оконных и дверных проёмов, помимо традиционных кирпичных арочных перемычек, стали применять перемычки с использованием железа и стального проката, что позволило сделать более широкие витринные оконные проемы на первом этаже, упростить создание прямоугольных проемов. Один из первых примеров таких витрин – окна первого этажа доходного дома П.П. Жако (см.рис.1). Стены первого этажа этого доходного дома прорезаны большими прямоугольными окнами-витринами. «Применение металлических балок, перекрывающих пролеты витрин, позволило архитектору легко осуществить новаторский замысел. Так новое функциональное решение и новые металлические конструкции привели к преодолению одного из основных композиционных канонов классицизма» [13] – зрительно утяжеленного первого этажа здания.

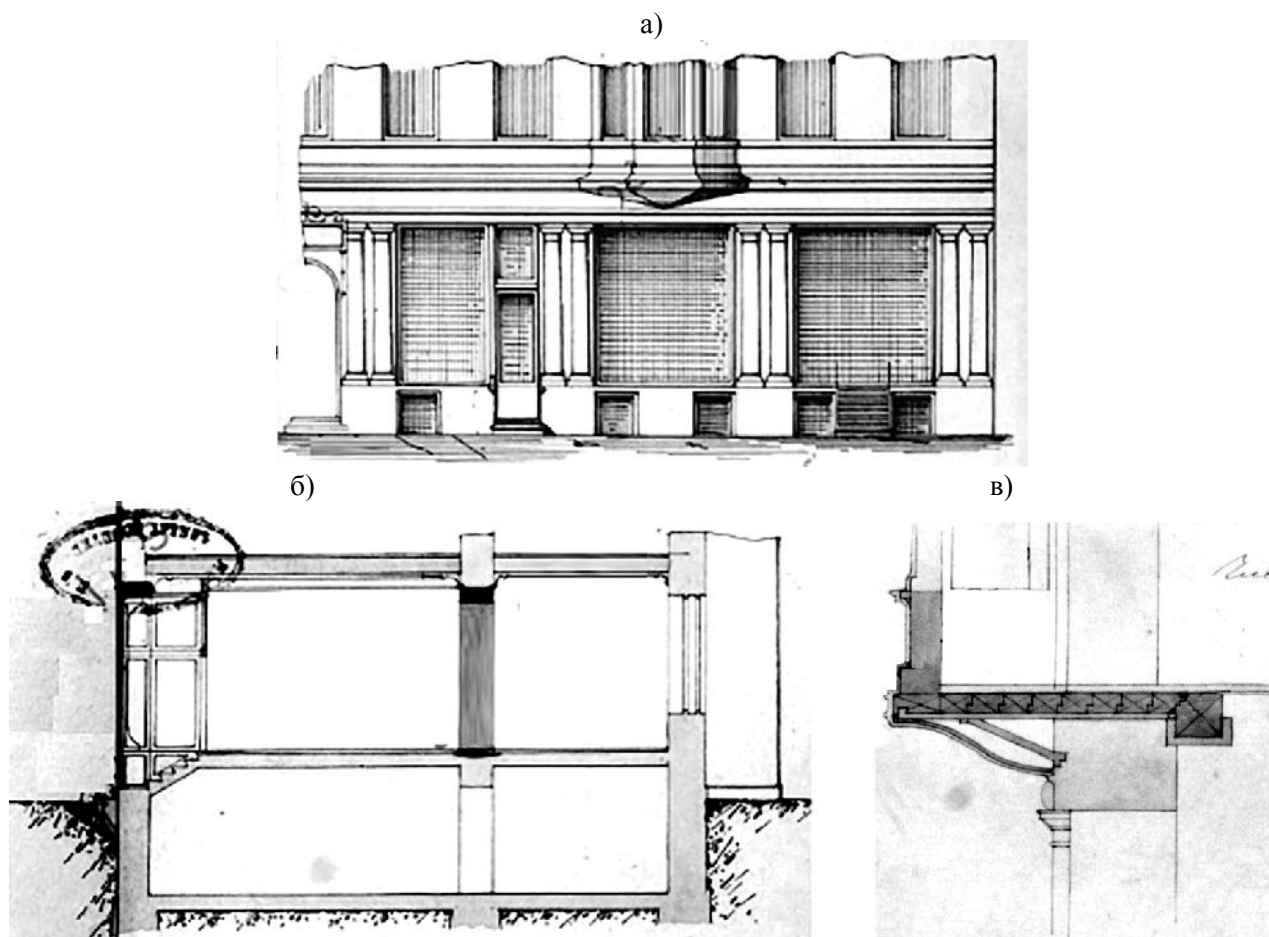


Рис. 1. Проектные чертежи 1 этажа доходного дома архитектора П.П. Жако (ЦГИА СПб. ф.513. оп.102. д.141):
 а – фрагмент фасада 1 этажа с витринами магазинов и эркером;
 б – сечение по входу в магазин, в) сечение по эркеру

В XIX веке значительно увеличилось количество стекольных заводов. В 1814 году в России было сто сорок шесть частных стекольных заводов. Стало возможным делать достаточно большие окна первого этажа, предназначенные для витрин магазинов и кафе.

Для выносов балконов стали использовать консоли из литого чугуна, появились также железо-чугунные консоли с заделкой в кирпичные стены. Консоли выдерживали большую нагрузку и позволяли сделать большой вынос. Под консолями могли ставить чугунные литые, гипсовые или деревянные оштукатуренные декоративные кронштейны.

Эркеры – неклассический элемент, впервые они появились в Петербурге в период ранней эклектики в 30-е годы XIX в. и вначале были совсем небольшие, одноэтажные. Одни из самых ранних примеров эркеров стоят на доме Л.А. фон Гауфа (архитектор К.Ф. Леман, перестройка 1837 г.), на доходном доме П.П. Жако (архитектор П.П. Жако, строительство 1837-38 гг.). Появление эркеров повлияло на облик зданий, и в течение XIX века они увеличивались в размерах и становились

широко распространенным элементом. Доходный дом Бажанова, построенный в 1860 г. (архитектор Л.Ф. Бульери), имел два эркера в два этажа с балконом сверху.

В 1820–1830-х гг. стали распространяться металлические навесы или козырьки над входами в здания, тогда их называли «зонтиками». Козырьки могли опираться на кронштейны или на колонны. К этой архитектурной форме относились неоднозначно, так как в период барокко и классицизма козырьки не применяли. В Петербурге сохранился «зонтик» на чугунных столбах особняка Нарышкиной. Пропорции колонок не отвечали художественным нормам классицизма, но выявили технические свойства чугуна. Появление этого элемента значительно повлияло на облик входных групп зданий города.

В этот период появились первые примеры несущего каркаса в здании, что в следующих десятилетиях коренным образом изменило возможности архитектуры. Ярусный каркас здания кирки Святого Петра на Невском проспекте (архитектор А.П. Брюллов, строительство 1833–1838 гг.) создавали внутренние несущие чугун-

ные колонны. Металлические каркасы применялись и в промышленной архитектуре. В 1836–1837 годах на Российской бумагопрядильной мануфактуре построили пятиэтажное здание с наружными кирпичными стенами и внутренним металлическим каркасом. Пространство между наружными кирпичными стенами разделено на четыре продольных пролета тремя рядами тонких чугунных колонн. Чугунные колонны для каркаса изготавливал завод Ч. Берда. Проекты здания и оборудования, заказанные в Англии, затем были переработаны петербургским инженером А.Я. Вильсоном и архитектором Н.Я. Анисимовым [13].

Лестницы в XVII веке традиционно строились по кирпичным сводам. Чтобы подняться на более высокий этаж, приходилось возводить столбы, на которые опирались своды. В 1817 г. была построена чугунная лестница в Екатерининском дворце Царского Села. Постепенно металлические конструкции стали широко распространяться, лестницы начали делать по металлическим косоурам. Характерный пример – лестницы Крюковских казарм (строительство 1844–1846 гг., архитектор И.Д. Черник, инженер М.А. Пасыпкин). В здании встречаются одновременно старые и новые типы лестниц: черные лестницы выполнены по-старому – по сводам на столбах, парадная по-новому – с литыми чугунными косоурами.

Развитие металлических конструкций наиболее значительно повлияло на конструкции перекрытий и покрытий. Восстановление Зимнего дворца после пожара в 1837 г. проводилось под руководством архитектора В.П. Стасова и инженера М.Е. Кларка в 1838–1839 гг. При перестройке Зимнего дворца М.Е. Кларк разработал своеобразной формы дутые эллиптические балки пролетом до 13,8 м. Над Георгиевским залом были установлены шпренгельные фермы пролетом 21 м. С этого момента началось распространение металлических конструкций в перекрытия зданий разного функционального назначения, что повлияло на увеличение пролетов в зданиях.

Полосовой прокат в России применяли еще в начале XVIII века, а профильный прокат появился только в XIX веке. В начале XIX века в Санкт-Петербург привозили железо из Германии и сначала для перекрытия использовали немецкие рельсы. Постепенно стали использовать двутавры, швеллеры. Встречаются прокатные балки от 8 до 55 см, ширина 0,5–0,4 высоты балки. В середине XIX века в необходимом количестве появилось отечественное железо, сначала листовое, которое скрепляли с помощью клёпок. Например, клёпаные двутавровые балки состояли из вертикального листа железа с приклёпанными к

нему уголками. Одним из самых первых перекрытий, где применялись металлоконструкции, «является перекрытие верфи на Галерном Острове в Петербурге, которое было построено в начале 30-х годов XIX столетия» [14]. В жилых зданиях применение металлических балок в перекрытии постепенно привело к изменению всей конструктивной системы зданий: балочная конструктивная система сменила сводчато-балочную.

В конструкции перекрытий расстояние между балками могли заполнять по-разному: деревянными щитами и лагами, кирпичными или горшечными сводами. Кирпичные сводики, называемые «прускими», ставили в пол-кирпича между балками, шаг которых был до 80 см. Горшочное заполнение не употребляли в массовом жилом домостроении, а применяли в основном при устройстве перекрытий больших пролетов общественных зданий. В этом случае горшки конической формы, срезанные с широкой стороны, укладывали на гипсовый раствор.

В первой половине XIX века разрабатывались новые типы конструкций – арки и фермы, позволяющие перекрывать большие пролеты, что в свою очередь отразилось на объёмно-пространственном формировании зданий. Александринский театр (архитектор К.И. Росси, инженер М.Е. Кларк, 1828–1823 гг.) покрыт сложной системой решетчатых арочных конструкций из чугуна.

В XIX веке непрерывно совершенствуется конструктивная форма ферм: в решетке ферм появились раскосы, узловые соединения вместо болтовых стали выполнять с помощью заклепок. Сжатые стержни ферм часто выполняли из чугуна, а растянутые – из железа. В металлических фермах «постепенно вводились жесткие узлы». «Шарнирность» узлов стропильных ферм диктовалась формами применяемого проката – полосового и квадратного железа. Значительное время эти формы проката применялись совместно с прокатными уголками и швеллерами, из-за чего конструирование жестких узлов затруднялось. Постепенно из конструкций стропильных ферм было вытеснено квадратное и полосовое железо и в 70-х годах XIX в. стропильные фермы стали изготавливать только с жесткими узлами» [15]. В середине XIX века деревянные фермы стали повсеместно заменять на железные, более долговечные и надежные в противопожарном отношении.

На кровле общественных зданий и дворцов создаются световые остекленные фонари с металлическим или деревянным каркасом. Один из первых примеров применения стеклянных фонарей в кровле – фонари с железным каркасом в

Мариинском дворце (архитектор А.И. Штакеншнейдер, 1839–1842 гг.). Здесь также были использованы металлические стропила и балки, облегченные «горшечные» своды. Фонари в кровле также поставлены в Зимнем дворце и Новом Эрмитаже. Развитие этой формы конструкций особенно ярко проявилось в архитектуре зданий нового типа – пассажей и вокзалов. Пассаж на Невском проспекте, построенный в 1846–1848 гг. по проекту архитектора Р.А. Желязевича, имел в покрытии длинный световой фонарь на деревянных фермах. Николаевский вокзал (1847–1851 гг., архитектор К. Тон, Р. Желязевич), Варшавский вокзал (строительство 1852–1860 гг., архитектор К.А. Скаржинский, гражданский инженер П. Сальмонович, французский инженер Ю. Фляш) имели световые фонари в дебаркадерах, несущими конструкциями которых являлись большепролетные металлические формы.

Купола церквей обычно строили по кирпичным сводам с надстройкой глав из деревянной каркасной системы, которая создавалась на протяжении веков и была доведена до унифицированной схемы в храмах К. Тона. Система представляла собой пространственную конструкцию деревянных стропильных ферм, поставленных радиально с опорой на кирпичный барабан. Сохранились подробные чертежи обследования конструкций глав храмов, выполненные В. Косяковым в конце XIX века. Для строительства уникальных куполов храмов в XIX веке стали использовать металлические конструкции. Купол Казанского собора архитектора А.Н. Воронихина, был возведен в 1806–1810 гг. Купол состоит из трех уровней замкнутых структур: декоративного внутреннего кирпичного купола-полка с отверстием в средней части, второго несущего кирпичного купола и внешнего железного купола крыши. Внешний купол Казанского собора в Петербурге диаметром 17,7 м – первый железный купол значительного размера в России, выполненный целиком из железа в сочетании с кирпичными куполами нижней части конструкции.

Сложный процесс освоения новых конструкций отражает строительство купола Троицкого собора Измайловского полка. Первоначально в 1831 г. возвели главный купол из оригинальной решетчатой конструкции, составленной из многочисленных стержней из чугуна плоского проката. В 1834 г. сильная буря повредила купол. Подготовку проекта нового купола поручили инженеру путей сообщения П. Базену, который разработал классическую конструкцию из деревянных радиальных ферм, ее возвели за три месяца, без лесов, используя лишь внутренние подмости.

Купол Исаакиевского собора конца 30-х годов XIX в. – уникальная чугунная конструкция, собранная из отдельных ребер в виде сплошной оболочки. «Расчёты купола выполнил инженер П.К. Ломновский, а отливка металлоконструкций купола проводилась на петербургском заводе Чарльза Берда» [16]. Конструктивно купол состоит из трёх взаимосвязанных частей, образованных чугунными рёбрами. Металлический каркас составлен из 24 чугунных рёбер двутаврового сечения. Соединения частей каркаса выполнены на болтах.

Развитие и совершенствование металлических конструкций позволили в середине XIX в. заменить деревянные конструкции градообразующего шпиля Петропавловского собора высотой 56,43 м. В 1856 г. деревянную конструкцию заменили на металлический шпиль по проекту русского инженера Д.И. Журавского. Его сложная конструкция «представляет собой восьмигранную усеченную пирамиду», состоящую из железных «рёбер, колец и диагональных связей в плоскостях пирамиды. Шпиль был рассчитан характерным для того времени приближенным методом как консольная балка» [17].

Выводы.

1. Для архитектурно-строительной практики первой половины XIX века в России характерны существенные изменения. К системообразующим направлениям необходимо в первую очередь отнести изменения конструктивной системы зданий: постепенно сводчато-балочная система жилых зданий (кирпичные своды первых этажей и деревянные балки верхних этажей) сменяется балочной конструктивной системой (металлические балки перекрытий), использование каркасной системы в общественных и промышленных зданиях. Происходит процесс апробирования и внедрения чугуна и железа (рельсы, полосовое и профильное железо) в строительных конструкциях, использования портландцемента, облицовочного кирпича, крупноразмерного стекла. Создание сложных большепролетных сооружений из новых материалов привело к необходимости разработки методов их расчета, появлению новой специальности в строительном проектировании – инженеров-конструкторов.

2. Изменение конструктивных элементов позволило увеличить высоту многих зданий, ширину перекрываемых пролетов и оконных проемов, величину консольных выносов, что в конечном счете привело к изменению внешнего облика зданий и способствовало смене архитектурно-художественного стиля. В середине XIX века в Петербурге на основе европейского и русского опыта сформировалась конструктивная система, которая оставалась неизменной во второй половине XIX и начале XX веков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пунин А.Л. Архитектура Петербурга середины и второй половины XIX века. Том 1. 1830–1860-е годы. Ранняя эклектика СПб Круга, 2019. 592 с.
2. Лисовский В.Г., Славина Т.А. Петербург: жизнь и судьба классики // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 6 (71). С. 259–266.
3. Кириченко Е.И. Русская архитектура 1830–1910-х годов. М.: Искусство, 1978. 399 с.
4. Кондратьева Л.Н., Семенцов С.В., Пухаренко Ю.В. Конструктивные системы и материалы исторической жилой застройки Санкт-Петербурга XVIII – начала XX веков // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6 (59). С. 53–59.
5. Красовский А.К. Гражданская архитектура. Части зданий. СПб.: Типография А.А. Левенсона. 1851. 443 с.
6. Бернгард В.Р. Курс гражданской архитектуры, читанный в Институте инженеров путей сообщения Императора Александра I. СПб.: Типография Ю. Н. Эльриха, 1903. 485 с.
7. Усов П. Строительное искусство. Ручная книга для инженеров. В 5 ч. Ч. 1: С Атласом чертежей на 40 листах. СПб. Тип. Императорской Академии наук, 1859. 583 с.
8. Красносельская Н.Ю. Чугунное литье в проектах мостов архитектора Гесте // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда // Вестник МГХПА. 2015. № 1. С. 220–230.
9. Семенюта Н.Ф. Первая магистраль России // Автоматика, связь, информатика. Российские железные дороги. 2012. № 10. С. 46–48.
10. Семенцов С.В., Нефедов В.А., Волков С.А. Планировочно-конструктивные особенности исторической жилой застройки Санкт-Петербурга XVIII – начала XX веков // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6 (59). С. 71–78.
11. Возняк Е.Р. Методика исследования детализации фасадов исторических зданий на основе теории архитектурных форм // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 1. С. 22–26.
12. Каддо М.Б. Стандартизация размеров кирпича // Успехи современной науки. Белгород. 2017. Том 4. № 1. С. 74–76.
13. Пунин А.Л. Архитектура Петербурга середины XIX века. Л. 1990 351 с.
14. Северин К.А., Тимашева Е.Н. Из истории создания металлоконструкций // Молодежная наука в развитии регионов. Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Пермь), 2018. Том 1. С. 329–332.
15. Артоболевский И.И., Благоданов А.А. Очерки истории техники в России (1861–1917). М.: Наука, 1975. 395 с.
16. Цацулин А.Н., Афанасьева Р.Р. Почём собор преподобного Исаакия Далматского, и почему развернулась борьба за обладание этой недвижимостью? // Вестник Национальной академии туризма. Санкт-Петербург (Балтийская академия туризма и предпринимательства) Северо-Западный институт управления – филиал РАН-ХиГС. 2015. № 4 (36). С. 68–74.
17. Боровков А.И., Пальмов В.А. Прикладная механика и реконструкция шпиля Петропавловского собора. Ч. 1. История Петропавловского собора. Конструкция шпиля и ангела // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2003. № 1. 19–47.
18. Мангушев Р.А., Новоходская Н.С., Дацик Т. А., Кондратьева Л. Н. Петербургский «генетический код». Век XVIII и век XXI // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 5 (76) С. 33–40.
19. Семенцов С.В., Возняк Е.Р. Композиционная структура фасадов зданий XVIII в. и ее отражение в архитектурно-градостроительной среде Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 4 (63). С. 55–60.
20. Лавров Л.П., Краснопольский А.Ф., Молоткова Е.Г. Реконструкция фасадов Санкт-Петербурга: век XIX и век XXI // Вестник гражданских инженеров. № 4 (63) 2017. С. 26–36.
21. Ekaterina Vozniak and Andrey Butyrin. Classification of historical buildings façade's details on the basis of order theory E3S Web of Conferences. Vol. 91 (05016), 2019 Published online: 02 April 2019 doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199105016> PDF (2.046 MB) ReferencesNASA ADS Abstract Service

Информация об авторах

Головина Светлана Геннадьевна, канд. архит., доцент. E-mail: prorector.ur@spbgasu.ru. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

Поступила 25.02.2020

© Головина С.Г., 2020

Golovina S.G.

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

E-mail: prorektor.ur@spbgasu.ru

**CONSTRUCTIONAL CHANGES IN THE ARCHITECTURE OF SAINT PETERSBURG
IN THE FIRST HALF OF THE XIX CENTURY**

Abstract. The article discusses the changes that have occurred in the architectural and construction practice of Russia in the first half of the XIX century. New building materials: cast iron, iron, facing bricks, hydraulic binders are tested and introduced. Beam system is gradually replacing the vaulted-beam structural system of residential buildings. During this period, the first examples of the supporting frame in a building made of cast-iron columns appeared. This fundamentally changed the possibilities of architecture in the following decades. In the middle of the 19th century, wooden farms were replaced with iron, more durable and fireproof. The creation of complex large-span structures from new materials has led to the development of methods for their calculation, the emergence of a new specialty in building design - structural engineers. Strengthening the brickwork of the walls, reinforcing it with iron elements, made it possible to increase the height of mass residential buildings to 4–5 floors. Typical for the seventeenth century, the stairs on the brick vaults gradually begin to do on the metal braids. New facade elements, such as balconies, loggias, peaks, bay windows, began to be widely used. Lattices and brackets of balconies, roof fencing, canopies over entrances, window lattices were made of cast iron. The use of metal jumpers made it possible to expand the openings of the first floor of buildings, turning windows into shop windows. The introduction of metal structures in construction practice gradually changed the architecture of the facades, which ultimately led to a change in the appearance of buildings and architectural and artistic style. The article provides generalizations and conclusions on the research conducted by the author, based on extensive bibliographic and archival materials, building survey documents, design and restoration drawings, made by design workshops in St. Petersburg.

Keywords: historical buildings, historical structures, types of structural solutions, historical building materials.

REFERENCES

1. Punin A.L. Architecture of St. Petersburg in the middle and second half of the XIX century. Vol. 1. 1830-s – 1860-s. Early eclecticism [Arkhitektura Peterburga serediny i vtoroy poloviny XIX veka. Tom 1. 1830–1860-e gody. Rannyya eklektika]. St. Petersburg: Kruga. 2019, 592 p. (rus)
2. Lisovsky V.G., Slavina T.A. Petersburg: life and fate of classics [Peterburg: zhizn' i sud'ba klassiki]. Bulletin of Civil Engineers. 2018. No. 6 (71). Pp. 259–266. (rus)
3. Kirichenko E.I. Russian architecture of the 1830-s–1910-s. [Russkaya arkhitektura 1830–1910-kh godov]. Moscow: Iskusstvo. 1978, 399 p. (rus)
4. Kondratyeva L.N., Sementsov S.V., Pukharenko Yu.V. Construction systems and materials of the historical residential estate development in Saint-Petersburg referring to the period from the XVIII century to the beginning of the XX century [Konstruktivnye sistemy i materialy istoricheskoy zhiloy zastroyki Sankt-Peterburga XVIII – nachala XX vekov]. Bulletin of Civil Engineers – Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2016. No. 6 (59). Pp. 53–58. (rus)
5. Krasovskiy A.K. Civil architecture. Parts of buildings [Grazhdanskaya arkhitektura. Chasti zdaniy]. St. Petersburg: Tipografiya A. A. Levensona. 1851, 443 p. (rus)
6. Bergard V.R. Course of civil architecture taught at the Emperor Alexander I Institute of Transport Engineers [Kurs grazhdanskoy arkhitektury, chitaniy v Institute inzhenerovputey soobshcheniya Imperatora Aleksandra I]. St. Petersburg: Tipografiya Yu. N. El'rikha. 1903, 485 p. (rus)
7. Usov P. Civil engineering. Reference manual for engineers. In 5 parts. P. 1: With an Atlas of drawings on 40 sheets [Stroitel'noe iskusstvo. Ruchnaya kniga dlya inzhenerov. V 5 ch. Ch. 1: S Atlasom chertezhey na 40 listakh]. St. Petersburg: Tip. Imperatorskoy Akademii nauk. 1859, 583 p. (rus)
8. Krasnoselskaya N.Yu. Iron casting in bridge designs by the architect W. Hastie. [Chugunnoe lit'e v proektakh mostov arkhitekтора Geste]. Decorative Art and environment. Gerald of the MGHPA. 2015. No. 1. Pp. 220–230. (rus)
9. Semenyuta N.F. First railway line of Russia [Pervaya magistral' Rossii]. Automation, Communication and Informatics. Russian Railways. 2012. No. 10. Pp. 46–48. (rus)
10. Sementsov S.V., Nefedov V.A., Volkov S.A. Planning design features of the historical residential development of Saint-Petersburg during the period from the XVIII century to the beginning of the XX century [Planirovochno-konstruktivnye osobennosti istoricheskoy zhiloy zastroyki Sankt-

Peterburga XVIII – nachala XX vekov]. Bulletin of Civil Engineers. 2016. No. 6 (59). Pp. 71–77. (rus)

11. Voznyak E.R. Methodology for studying the detailed elaboration of facades of historical buildings based on the theory of architectural forms [Metodika issledovaniya detalizatsii fasadov istoricheskikh zdaniy na osnove teorii arkhitekturnykh form]. Modern high technologies. 2017. No. 1. Pp. 22–26. (rus)

12. Kaddo M.B. Standardization of brick sizes [Standartizatsiya razmerov kirpicha]. Success of modern science and education. Belgorod. 2017. Vol. 4. No. 1. Pp. 74–76. (rus)

13. Punin A.L. Architecture of St. Petersburg in the middle of the XIX century [Arkhitektura Peterburga serediny XIX veka]. Leningrad: 1990, 351 p. (rus)

14. Severin K.A., Timasheva E.N. From the history of metal structures [Iz istorii sozdaniya metallokonstruktsiy]. Molodezhnaya nauka v razviti regionov. Permskiy natsional'niy issledovatel'skiy politekhnicheskii universitet (Perm'). 2018. Vol. 1. Pp. 329–332. (rus)

15. Artobolevskiy I.I., Blagonravov A.A. Essays on the history of technology in Russia (1861–1917) [Ocherki istorii tekhniki v Rossii (1861–1917)]. Moscow: Nauka. 1975, 395 p. (rus)

16. Tsatsulin A.N., Afanas'eva R.R. How much is the Cathedral of St. Isaac of Dalmatia, and why did the struggle for the possession of this property unfold? [Pochyom sobor prepodobnogo Isaakiya Dalmatskogo, i pochemu razvernulas' bor'ba za obladanie etoy nedvizhimost'yu?]. Vestnik of National Tourism Academy Saint Petersburg. Severo-Zapadnyi institut upravleniya – filial RANKhiGS. 2015. No. 4 (36). Pp. 68–74. (rus)

17. Borovkov A.I., Pal'mov V.A. Applied mechanics and reconstruction of the spire of the Peter and Paul Cathedral. Part 1. History of the Peter and Paul Cathedral. The design of the spire and the angel [Prikladnaya mekhanika i rekonstruktsiya shpilya Petropavlovskogo sobora. Ch. 1. Istoriya Petropavlovskogo sobora. Konstruktsiya shpilya i angela]. Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. 2003. No. 1. Pp. 19–47. (rus)

18. Mangushev R. A., Novokhodskaya N. S., Datsiuk T. A., Kondrat'eva L. N. St. Petersburg «genetic code». The XVIII century and the XXI century [Peterburgskiy «geneticheskiy kod». Vek XVIII i vek XXI]. Bulletin of Civil Engineers. 2019. No. 5 (76). Pp. 33–40. (rus)

19. Sementsov S.V., Voznyak E.R. Compositional structure of the facades of buildings in the XVIII century and its projection in the architectural and urban environment of Saint Petersburg [Kompozitsionnaya struktura fasadov zdaniy XVIII v. i ee otrazhenie v arkhitekturno-gradostroitel'noy srede Sankt-Peterburga]. Bulletin of Civil Engineers. 2017. No. 4 (63). Pp. 55–60. (rus)

20. Lavrov L.P., Krasnopolskiy A.F., Molotkova E.G. Reconstruction of building facades in Saint Petersburg: XIX century and XXI century [Rekonstruktsiya fasadov Sankt-Peterburga: vek XIX i vek XXI]. Bulletin of Civil Engineers. 2017. No. 4 (63). Pp. 26–36. (rus)

21. Vozniak E., Butyrin A. Classification of historical buildings façade's details on the basis of order theory. E3S Web Conf. 2019. Vol. 91. Published online: 02 April 2019. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199105016> PDF (2.046 MB) References NASA ADS Abstract Service.

Information about the authors

Golovina, Svetlana G. PhD, Associate Professor. E-mail: prorektor.ur@spbgasu.ru. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPSUACE). Russia, 190005, Saint Petersburg, 2-nd Krasnoarmeiskaya St., 4.

Received 25.02.2020

Для цитирования:

Головина С.Г. Конструктивные изменения в архитектуре Санкт-Петербурга первой половины XIX века // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 118–126. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-118-126

For citation:

Golovina S.G. Constructional changes in the architecture of Saint Petersburg in the first half of the XIX century. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 118–126. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-118-126

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-127-135

Кочергин Ю.С., *Золотарева В.В.*Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского***E-mail: viktoria802@gmail.com*

РЕГУЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ДИФЕНИЛОЛМЕТАНА С ПОМОЩЬЮ ОЛИГОБУТАДИЕНОВОГО КАУЧУКА С КОНЦЕВЫМИ КАРБОКСИЛЬНЫМИ ГРУППАМИ

Аннотация. В широком интервале концентраций исследовано влияние модифицирующих добавок олигобутадиенового каучука с концевыми карбоксильными группами марки СКД-КТР на деформационно-прочностные и адгезионные свойства эпоксидных полимеров на основе продукта ЭДФМ-19, представляющего собой диглицидиловый эфир дифенилолметана. Отверждение композиций проводили триэтилентетраминометилфенолом УП-583Т и триэтилентетрамином ТЭТА без подвода тепла извне и при нагреве до температуры 120 °С. Установлено, что с увеличением концентрации каучука показатели прочности при растяжении и модуля упругости монотонно снижаются, особенно интенсивно при содержании модификатора до 15 масс. ч. Зависимости температуры стеклования и адгезионной прочности от количества введенного каучука имеют экстремальный характер. В области концентраций модификатора от 5 до 15 масс.ч. наблюдаются максимумы, положение которых зависит от химической природы отвердителя эпоксидной смолы. и режима отверждения композиции. Деформация при разрыве монотонно растет с увеличением содержания эластомера, наиболее быстро в интервале концентраций модификатора 5–25 масс. ч. Эффект проявляется как для образцов, отвержденных при комнатной температуре, так и термообработанных композиций. Благодаря значительному росту способности образца к развитию деформации, несмотря на уменьшение параметра прочности довольно ощутимо возрастает работа разрушения модифицированных образцов, что способствует повышению работоспособности композитов, модифицированных каучуком СКД-КТР, при действии ударных и вибрационных нагрузок.

Ключевые слова: эпоксидный полимер, диглицидиловый эфир дифенилолметана, отвердитель, олигобутадиеновый каучук с концевыми карбоксильными группами, режим отверждения, деформационно-прочностные и адгезионные свойства.

Введение. Ранее было показано [1–3], что эпоксидные полимеры (ЭП) на основе диглицидиловых эфиров дифенилолметана (ДГЭДФМ) характеризуются более высоким комплексом технологических, механических и адгезионных свойств по сравнению с диановыми ЭП. Вместе с тем энергия их разрушения недостаточна для успешной эксплуатации материалов при ударных и вибрационных нагрузках. В случае диановых ЭП для повышения работоспособности при динамическом нагружении большой эффект дает модификация эпоксидной матрицы жидкими каучуками с концевыми реакционноспособными группами [4–12].

В связи с этим целью настоящей работы явилось исследование влияния жидкого каучука с концевыми реакционноспособными группами на физико-механические и адгезионные свойства ЭП на основе ДГЭДФМ.

Методология. В качестве объекта исследования был использован опытный образец смолы на основе дифенилолметана (продукт ЭДФМ-19) с эпоксидным числом 19,3. Отверждающими

агентами служили триэтилентетраминометилфенол УП-583Т и триэтилентетрамин ТЭТА, которые вводили в ДГЭДФМ в стехиометрическом соотношении. В качестве жидкого каучука использовали олигобутадиеновый каучук с концевыми карбоксильными группами марки СКД-КТР с молекулярной массой 2800 и содержанием карбоксильных групп 2,90 %. Концентрацию каучука варьировали от 0 до 40 масс. ч. на 100 масс. ч. модифицированной смолы (что соответствует содержанию модификатора от 0 до 67 масс. ч. на 100 масс. ч. исходной, т.е. немодифицированной, смолы). Для усиления эффекта модификации проводили предварительную реакцию сополимеризации каучука и ДГЭДФМ за счет взаимодействия карбоксильных и эпоксидных групп, как это было показано ранее на примере диановых ЭП [7, 11–13]. Отверждение композиций проводили при комнатной температуре в течение 240 ч (режим I). С целью обеспечения большей полноты отверждения и выявления влияния повы-

шенных температур на комплекс свойств исследовали также образцы тех же составов, прогретые при 120 °С в течение 3 ч (режим II).

Значение времени гелеобразования ($\tau_{\text{гел}}$) определяли визуальным методом с точностью ± 1 мин. в стеклянной пробирке, помещенной в воздушный термостат типа ТК-400, в котором заданная температура поддерживалась с точностью $\pm 0,5$ °С. Энергию активации (E_a) процесса отверждения оценивали по углу наклона кривой зависимости $\lg(1/\tau_{\text{гел}}) - (1/T)$.

Разрушающее напряжение при растяжении (σ_p) и относительное удлинение при разрыве (ϵ_p) оценивали на приборе типа Поляни с использование пленочных образцов толщиной 100–150 мкм. Модуль упругости (E) рассчитывали по наклону начального участка кривой $\sigma - \epsilon$. Работу разрушения (A_p) определяли по площади под кривой нагрузка-удлинение. Температуру стеклования (T_c) измеряли при постоянной растягивающей нагрузке 1,5 МПа на специальном приборе [14].

Основная часть. Установлено, что зависимость $\tau_{\text{гел}}$ от температуры для всех исследованных композиций имеет практически линейный

характер и может быть с достаточно высокой точностью описана соотношением:

$$\tau_{\text{гел}} = 10^{(A-B \cdot T)}, \quad (1)$$

где T – абсолютная температура, A и B – постоянные.

Расчет с помощью этого соотношения значений A и B позволяет сопоставить относительную реакционную способность различных композиций при любой температуре. Модификация каучуком приводит к существенному уменьшению E_a (таблица) от 67,92 до 37,55 кДж/моль для композиций с отвердителем УП-583Т. При использовании ТЭТА E_a практически не изменяется (55,84 и 57,46 кДж/моль соответственно для исходной и модифицированной смолы). Введение каучука заметно увеличивает жизнеспособность композиций с ТЭТА как при комнатной, так и более высокой (60 °С) температурах, в то время как в случае УП-583Т для модифицированной системы $\tau_{\text{гел}}$ меньше, чем у исходной, при комнатной температуре, и значительно больше при 60 °С.

Таблица 1

Влияние каучука на реакционную способность эпоксидной смолы

Марка смол	E_a , кДж/моль		A	$B \cdot 10^4$	$\tau_{\text{гел}}$, мин	
					при 20 °С	при 60 °С
ЭДФМ-19+УП-583Т	67,92		12,18	347	118	5
ЭДФМ-19+СКД-КТР+УП-583Т	37,55		7,33	192	115	8
ЭДФМ-19+ТЭТА	55,84		11,62	301	120	6
ЭДФМ-19+СКД-КТР+ТЭТА	57,46		11,84	306	139	10

Влияние каучуков на деформационно-прочностные характеристики ЭП на основе ДГЭДФМ приведены на рис 1-4. Видно (рис.1), что независимо от типа отвердителя и температуры отверждения когезионная прочность при растяжении

σ_p монотонно убывает с увеличением концентрации каучуков. Причем большей прочностью обладают образцы, отвержденные УП-583Т (рис. 1, кривые 1 и 2). Термообработка образцов способствует их упрочнению (кривые 2 и 4).

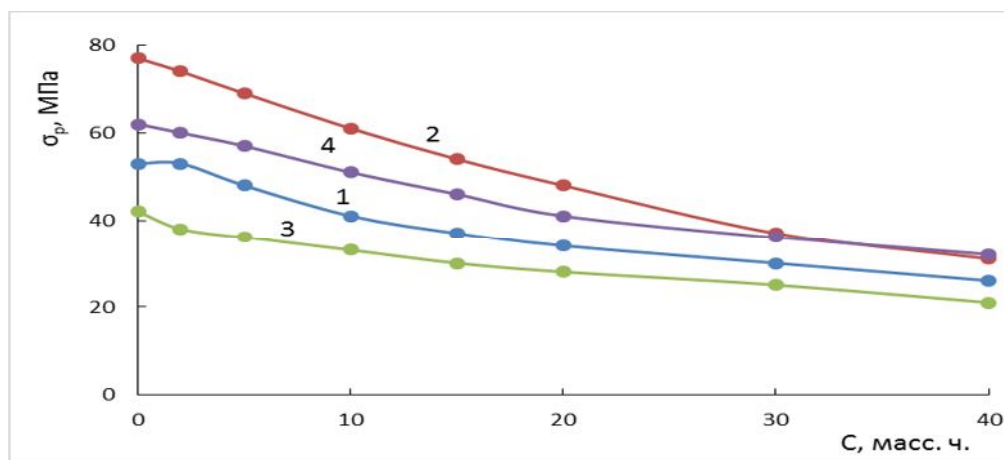


Рис. 1. Зависимость прочности при растяжении σ_p от концентрации каучука C для эпоксидной смолы ЭДФМ-19, отвержденной УП-583Т (1,2) и ТЭТА (3,4) по режимам I (1,3) и II (2,4)

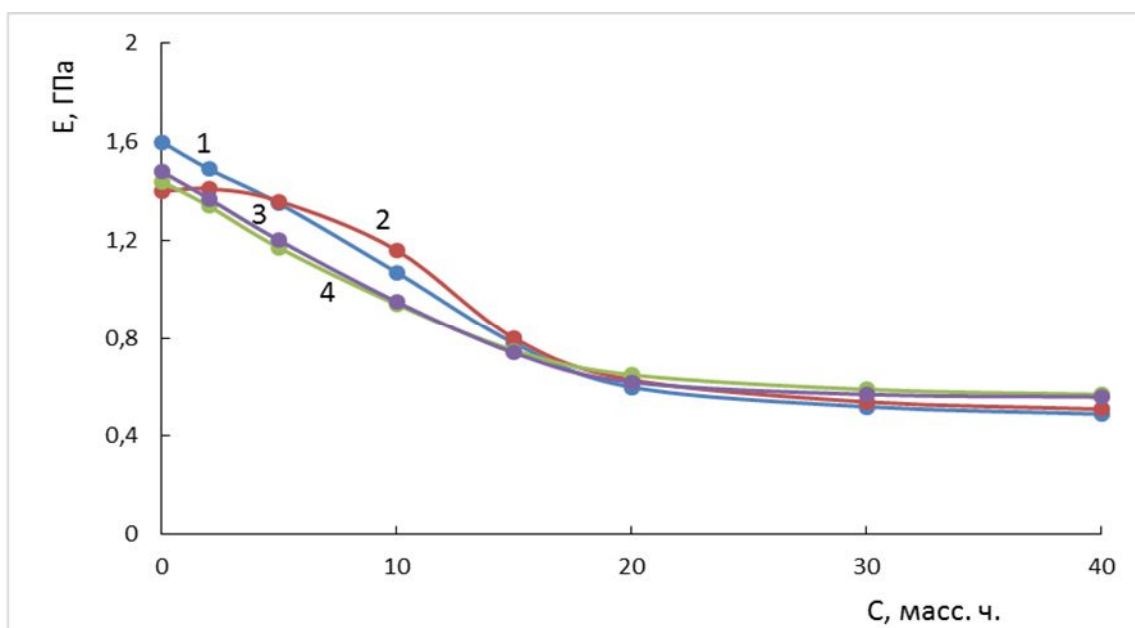


Рис. 2. Зависимость модуля упругости E от концентрации каучука C для эпоксидной смолы ЭДФМ-19, отвержденной УП-583Т(1,2) и ТЭТА (3,4) по режимам I (1,3) и II (2,4)

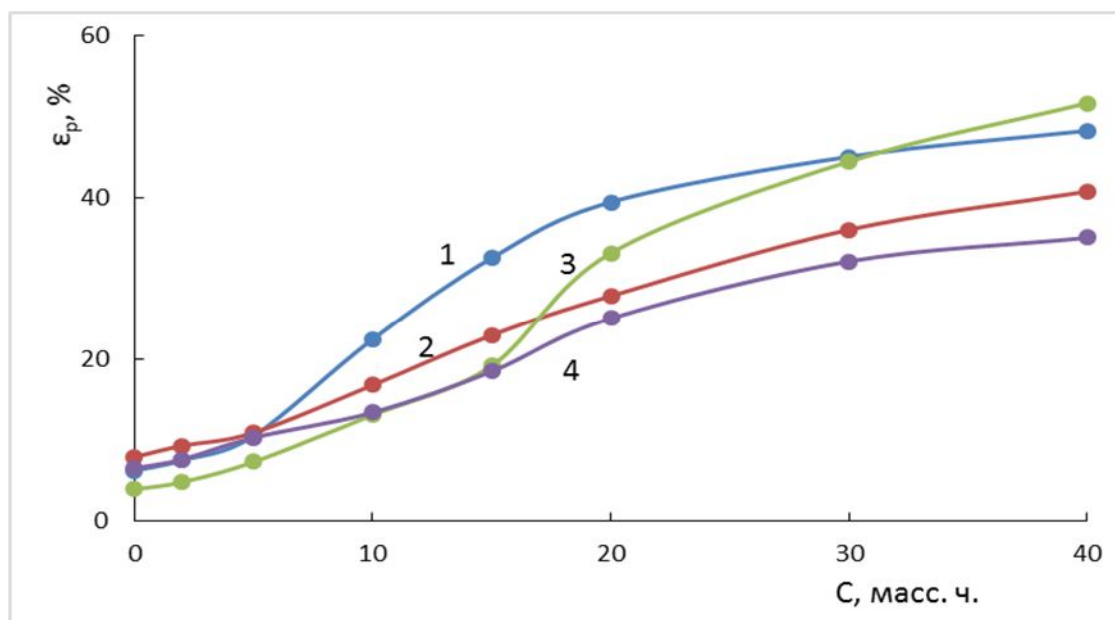


Рис. 3. Зависимость деформации при разрыве от концентрации каучука C для эпоксидной смолы ЭДФМ-19, отвержденной УП-583Т(1,2) и ТЭТА (3,4) по режимам I (1,3) и II (2,4)

Аналогичное пластифицирующее действие модификатора имеет место и в случае модуля упругости (рис.2).

Деформация при разрыве монотонно растет с увеличением содержания эластомера (рис. 3), особенно быстро в интервале концентраций модификатора 5–25 масс. ч. Эффект проявляется как для образцов, отвержденных при комнатной температуре, так и термообработанных композиций. Причем термообработка приводит к некоторому уменьшению деформационной способности композитов, что может быть связано с увеличением плотности поперечного сшивания в результате воздействия повышенной температуры.

Благодаря значительному росту способности образца к развитию деформации, несмотря на уменьшение параметра прочности довольно ощутимо возрастает работа разрушения модифицированных образцов (рис. 4). Причем более рельефно эффект проявляется в диапазоне концентраций каучука 5–20 масс. ч. Как следует из рис.4, большее увеличение A_p характерно для композиций, отвержденных УП-583Т.

Зависимость температуры стеклования образцов, отвержденных УП-583Т, от концентрации каучука носит экстремальный характер, который более отчетливо проявляется для термообработанных образцов, у которых при содержании

СКД-КТР 5 масс. ч. наблюдается увеличение показателя T_g примерно на 4 °С (с 98 °С для исходного полимера до 102 °С для модифицированного образца). После достижения максимума значение T_g медленно снижается в диапазоне изменения C от 5 до 15 масс. ч., после чего скорость

уменьшения температуры стеклования несколько возрастает с ростом C до 30 масс. ч., а затем опять замедляется. В результате при $C=40$ масс. ч. T_g уменьшается до 86 °С.

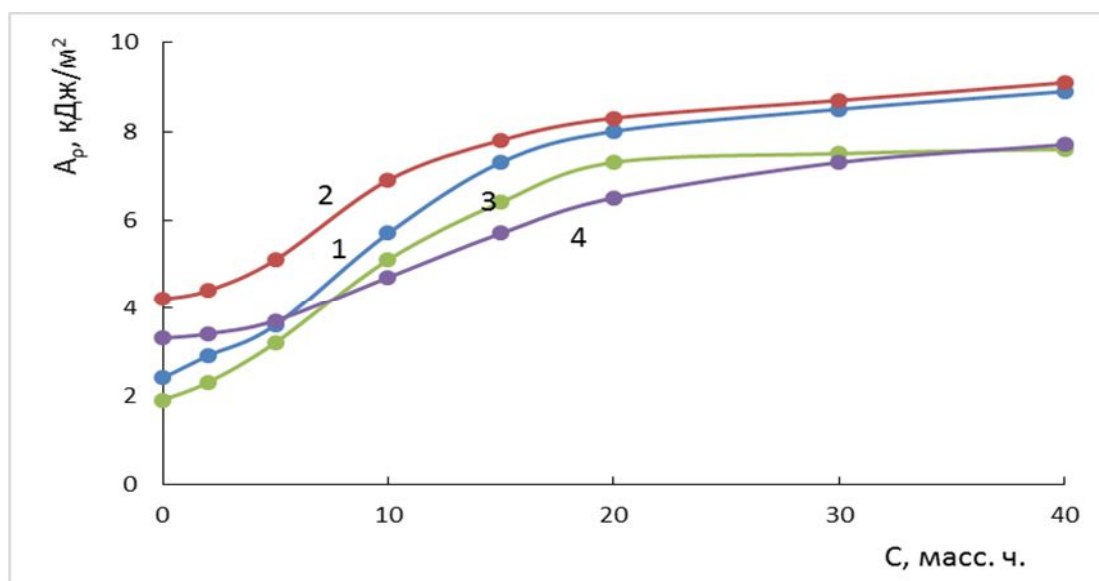


Рис.4. Зависимость работы разрушения материала от концентрации каучука для эпоксидной смолы ЭДФМ-19, отвержденной УП-583Т (1,2) и ТЭТА (3,4) по режимам I (1,3) и II (2,4)

На концентрационных зависимостях адгезионной прочности при сдвиге (рис.5) наблюдаются практически одинаковые по интенсивности максимумы, которые проявляются при концентрации каучука 10 масс. ч. для образцов, отвержденных УП-583Т, и 15 масс. ч. для образцов, отвержденных ТЭТА. После термообработки величина и положение максимумов адгезионной прочности практически не изменяются. Величина эффекта упрочнения зависит при этом от

химической природы отвердителя и режима отверждения. Для композиций, отверждаемых без подвода тепла, показатель τ_b в большей мере возрастает для композиций с отвердителем ТЭТА, чем с УП-583Т (соответственно в 2,48 и 1,74 раза). В то же время для термообработанных образцов рост адгезионной прочности при введении каучука существенно меньше и составляет 1,42 и 1,34 раза соответственно для композиций, отвержденных УП-583Т и ТЭТА.

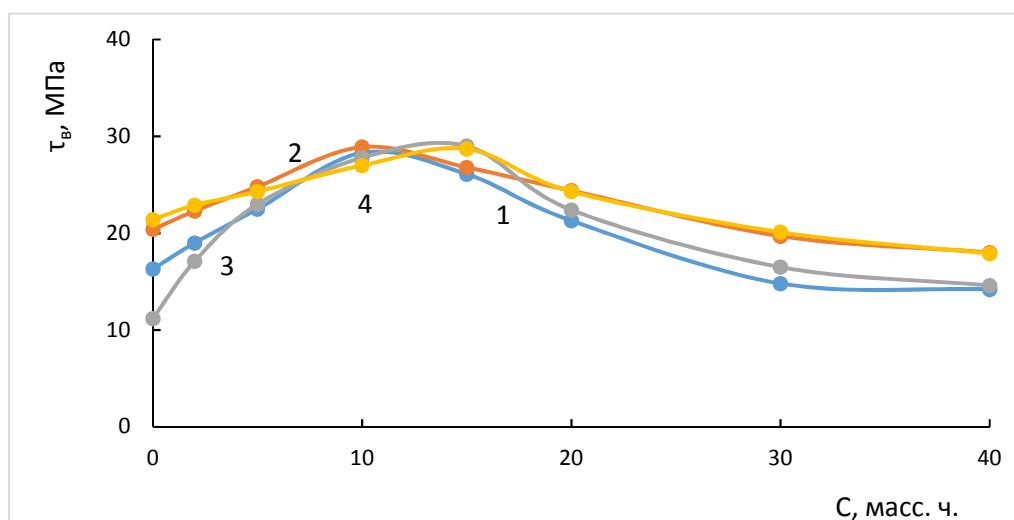


Рис. 5. Зависимость адгезионной прочности при сдвиге от концентрации каучука для эпоксидной смолы ЭДФМ-19, отвержденной УП-583Т(1,2) и ТЭТА (3,4) по режимам (1,3) и (2,4)

Представляло интерес сравнить модифицирующее действие каучука СКД-КТР на смолу

ЭДФМ-19 и близкую к ней по химическому строению и содержанию эпоксидных групп диановую

смоле ЭД-20. Как видно из диаграмм, представленных на рис. 6–10, композиции на основе ДГЭДФМ при близких значениях когезионной и адгезионной прочности, модуля упругости существенно превосходят диановые ЭП по деформационной способности и работе разрушения. В то же время для эпоксидно-каучуковых полимеров на основе ЭД-20 величины температуры стеклования и адгезионной прочности больше, чем для композиций на основе ЭДФМ-19. Интересно было также провести сравнительную оценку модифицирующего действия исследуемого каучука СКД-КТР и ранее изученного нами [3] каучука марки СКН-11ХР на свойства ЭП на основе

ДФМ. Как видно из рис. 6–10, образцы, содержащие каучук СКН-11ХР, превосходят композиты с эластомером СКД-КТР по величинам когезионной прочности σ_p , модуля упругости и температуры стеклования, но значительно уступают им по таким важным эксплуатационным характеристикам как деформация при разрыве (примерно в 8 раз для образцов, отвержденных по режиму I, и почти в 3 раза для образцов, отвержденных по режиму II), работа разрушения (около 5 раз для образцов, отвержденных по режиму I, и примерно 2,7 раза для образцов, отвержденных по режиму II), и адгезионная прочность при сдвиге (около 22 % для обоих режимов отверждения).

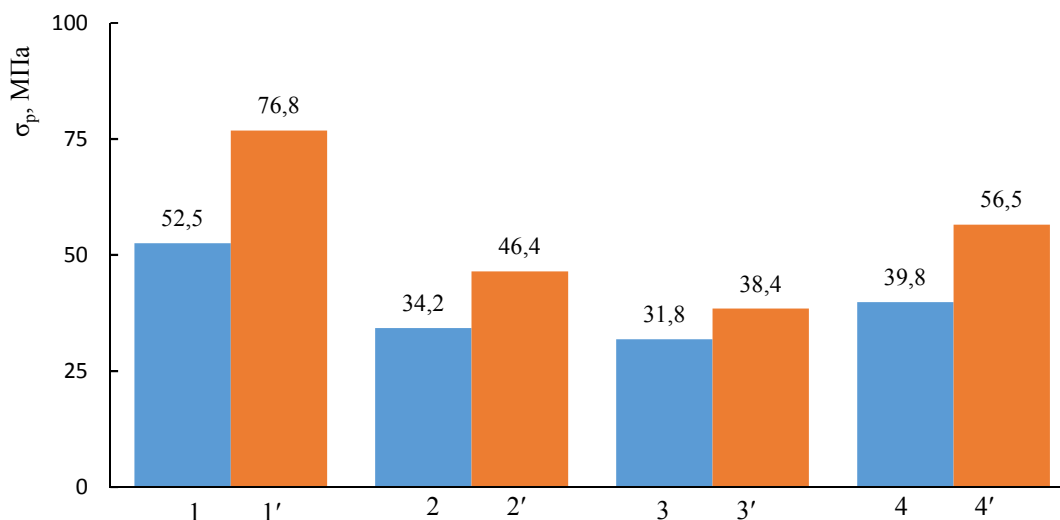


Рис. 6. Зависимость прочности при растяжении для образцов на основе исходной смолы ЭДФМ-19 (1, 1') и модифицированной 20 масс.ч. каучуков СКД-КТР (2, 2') и СКН-11ХР (4, 4'). 3, 3'-образцы на основе смолы ЭД-20, содержащей 20 масс.ч. каучука СКД-КТР. 1-4-образцы отверждены по режиму I; 1'-4' – образцы отверждены по режиму II. Отвердитель УП-583Т

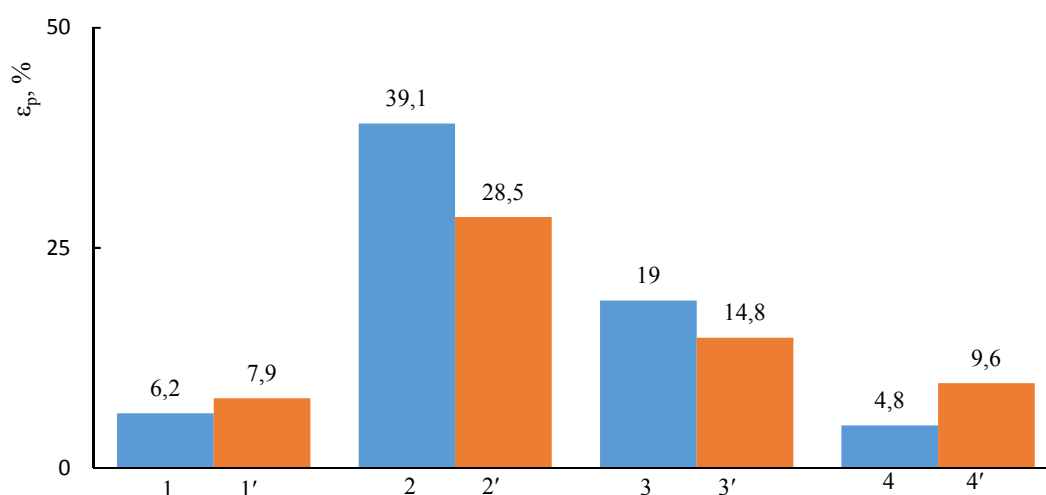


Рис. 7. Зависимость деформации при разрыве для образцов на основе исходной смолы ЭДФМ-19 (1, 1') и модифицированной 20 масс.ч. каучуков СКД-КТР (2, 2') и СКН-11ХР (4, 4'). 3, 3'-образцы на основе смолы ЭД-20, содержащей 20 масс.ч. каучука СКД-КТР. 1-4-образцы отверждены по режиму I; 1'-4' – образцы отверждены по режиму II. Отвердитель УП-583Т

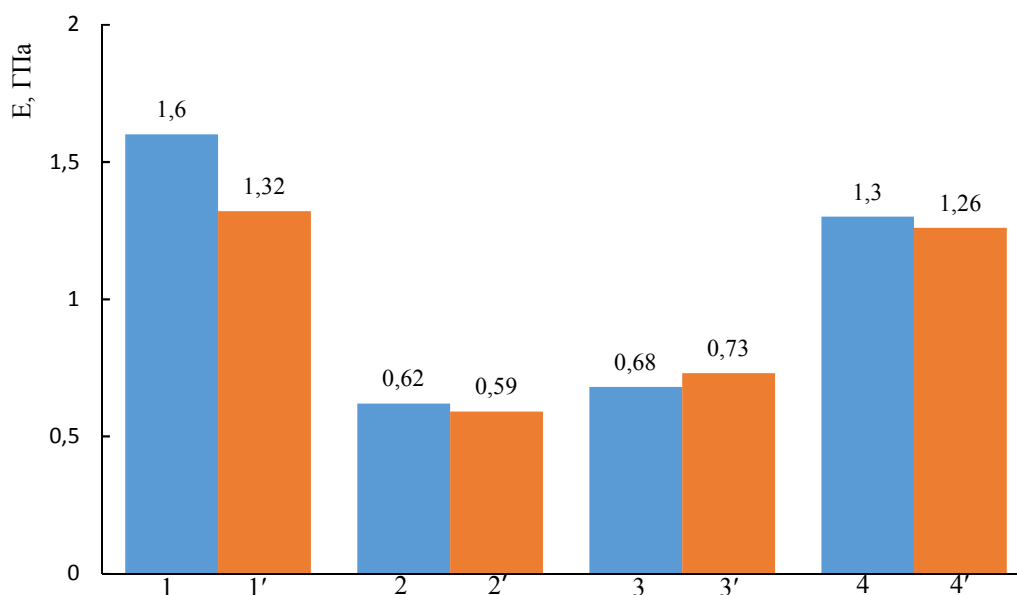


Рис. 8. Зависимость модуля упругости для образцов на основе исходной смолы ЭДФМ-19 (1, 1') и модифицированной 20 масс.ч. каучуков СКД-КТРА (2, 2') и СКН-11ХР (4, 4'). 3, 3'-образцы на основе смолы ЭД-20, содержащей 20 масс.ч. каучука СКД-КТР. 1-4-образцы отверждены по режиму I; 1'-4' – образцы отверждены по режиму II. Отвердитель УП-583Т

Учитывая хорошую корреляцию между работой разрушения материала и показателем ударной вязкости [7, 11–13], на основании значительного увеличения параметра A_p можно

говорить о высокой работоспособности композитов, модифицированных каучуком СКД-КТР, в условиях действия ударных и вибрационных нагрузок.

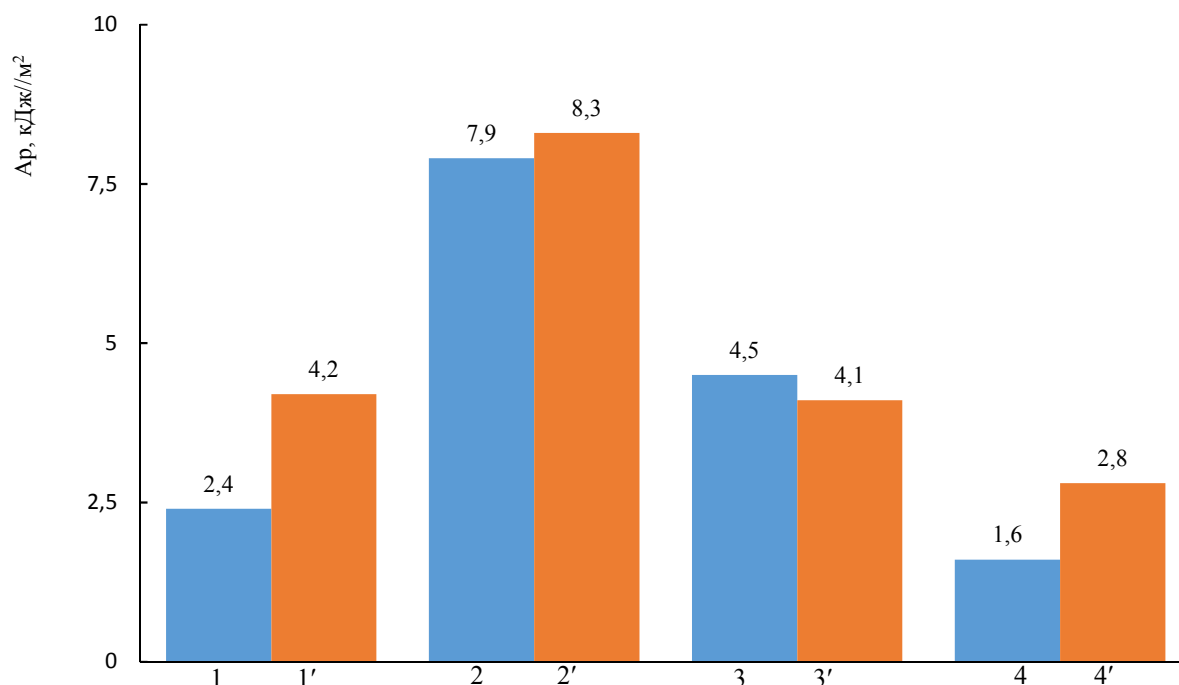


Рис. 9. Зависимость работы разрушения для образцов на основе исходной смолы ЭДФМ-19 (1, 1') и модифицированной 20 масс.ч. каучуков СКД-КТР (2, 2') и СКН-11ХР (4, 4'). 3, 3'-образцы на основе смолы ЭД-20, содержащей 20 масс.ч. каучука СКД-КТР. 1-4-образцы отверждены по режиму I; 1'-4' – образцы отверждены по режиму II. Отвердитель УП-583Т

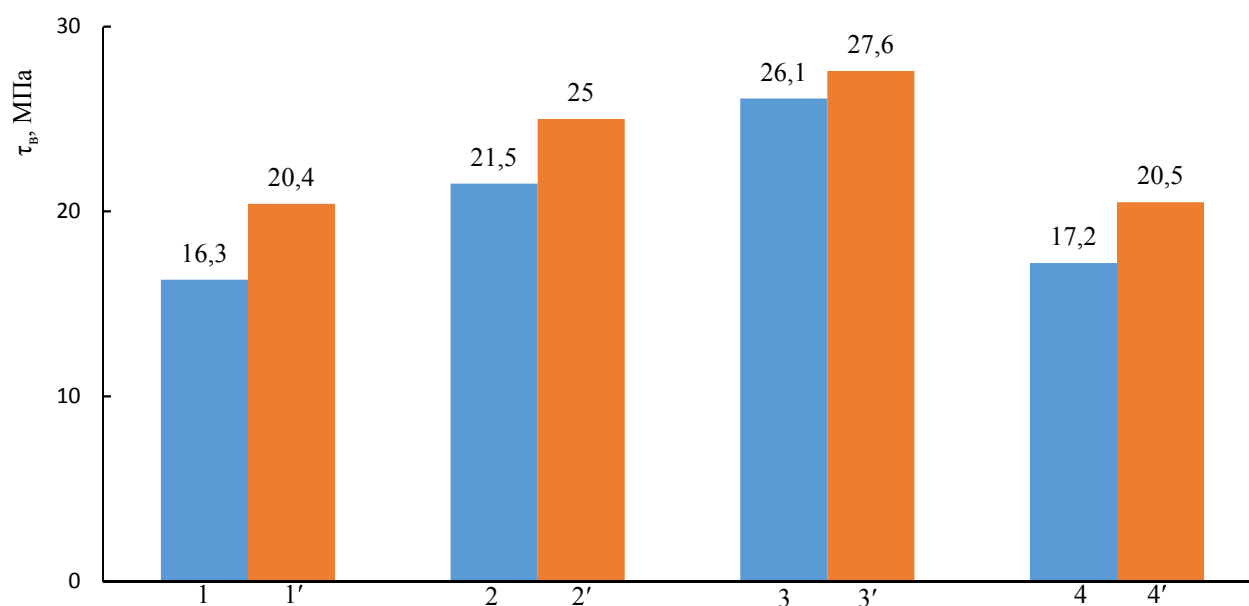


Рис. 10. Зависимость адгезионной прочности при сдвиге для образцов на основе исходной смолы ЭДФМ-19 (1, 1') и модифицированной 20 масс.ч. каучуков СКД-КТРА (2, 2') и СКН-11ХР (4, 4'). 3, 3'-образцы на основе смолы ЭД-20, содержащей 20 масс.ч. каучука СКД-КТРА. 1-4-образцы отверждены по режиму I; 1'-4' – образцы отверждены по режиму II. Отвердитель УП-583Т

Выводы. Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о весьма высоком эффекте модификации эпоксидных полимеров на основе диглицидилового эфира дифенилметана жидким олигобутадиеновым каучуком с концевыми карбоксильными группами. Это находит свое выражение в значительном увеличении деформационной способности, работы разрушения материала и адгезионной прочности клеевых соединений, выполненных с применением таких систем. Величину эффекта можно регулировать количеством каучука, изменением химической природы отверждающего агента и температуры отверждения композиции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочергин Ю.С., Золотарева В.В. Свойства композитов на основе диглицидиловых эфиров дифенилметана // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 4. С. 96–101.
2. Кочергин Ю.С., Золотарева В.В. Сравнительное исследование композиционных материалов на основе диглицидиловых производных дифенилметана // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2018. №11. С. 91–98.
3. Кочергин Ю.С., Золотарева В.В., Шатохина Д.С. Регулирование свойств эпоксидных полимеров на основе дифенилметана с помощью модификаторов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. №6. С. 96–101.
4. Бакнелл К.Б. Разрушение смесей полимеров // Полимерные смеси / Под ред. Д. Пола, С. Ньюмена. М.: Мир, 1981. Т.2. С. 99–139.

5. Ньюмен С. Модификация пластмасс каучуками // Полимерные смеси / Под ред. Д. Пола, С. Ньюмена. М.: Мир, 1981. Т.2. С. 70–98.
6. Бабаевский П.Г., Кулик С.Г. Трещиностойкость отвержденных полимерных композиций. М.: Химия, 1991. 336 с.
7. Зайцев Ю.С., Кочергин Ю.С., Пактер М.К., Кучер Р.В. Эпоксидные олигомеры и клеевые композиции. Киев: Наук. думка, 1990. 200 с.
8. Kochergin Yu.S., Kulik T.A., Grigorenko T.I. Special-Purpose Epoxy Adhesives // Polymer Sci. Ser.C. 2007. Vol. 49, № 1. Pp. 17–21.
9. Кочергин Ю.С., Григоренко Т.И., Шологон В.В., Лойко Д.П. Эпоксидные клеи со специальным комплексом свойств // Вопросы химии и химической технологии. 2007. № 5. С. 92–98.
10. Полимерные смеси. Т. 1: Систематика / Под ред. Д.Р. Пола, К.Б. Бакнелла / Пер. с англ. под ред. В.Н. Кулезнева. СПб.: Научные основы и технологии, 2009. 618 с.
11. Кочергин Ю.С., Кулик Т.А., Григоренко Т.И. Клеи на основе модифицированных каучуками эпоксидных смол // Пластические массы. 2005. № 12. С. 5–9.
12. Кочергин Ю.С., Кулик Т.А., Ривкинд В.Н., Маковецкая Т.Л., Зайцев Ю.С. Динамическая прочность эпокси-каучуковых клеевых композиций в адгезионном соединении // Пластические массы. 1984. № 11. С. 22–23.
13. Кочергин Ю.С., Золотарева В.В., Григоренко Т.И. Износостойкость композиционных

материалов на основе эпоксидно-каучуковых полимеров // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №4. С. 10–19.

14. Малкин А.Я., Аскадский А.А., Коврига В.В. Методы измерения механических свойств полимеров. М.: Химия, 1978. 336 с.

Информация об авторах

Кочергин Юрий Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры общинженерных дисциплин. E-mail: ivano.tanya2011@yandex.ua. Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского. Украина, 83117, Донецк, ул. Щорса, 31

Золотарева Виктория Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы непродовольственных товаров. E-mail: viktoria802@gmail.com. Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского. Украина, 83117, Донецк, ул. Щорса, 31

Поступила 30.04.2020

© Кочергин Ю.С., Золотарева В.В., 2020

Kochergin Y.S., *Zolotareva V.V

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky

**E-mail: viktoria802@gmail.com.*

REGULATION OF PROPERTIES OF EPOXY POLYMERS BASED ON DIPHENYLOLMETHANE USING OLIGOBUTADIENE RUBBER WITH TERMINAL CARBOXYL GROUPS

Abstract. *The influence of modifying additives of oligobutadiene rubber with terminal carboxyl groups of the SKD-KTR brand on the deformation-strength and adhesive properties of epoxy polymers based on the EDFM-19 product, which is a diglycidyl ether of diphenylolmethane, is studied in a wide range of concentrations. The compositions are cured with triethylenetetramine methylphenol UP-583T and triethylenetetramine THETA without heat supply from the outside and when heated to a temperature of 120°C. It is found that with increasing rubber concentration, the tensile strength and elastic modulus indicators monotonously decrease, especially intensively when the modifier content is up to 15 mass parts. The dependence of the glass transition temperature and adhesion strength on the amount of introduced rubber is extreme. In the range of modifier concentrations from 5 to 15 parts by weight peaks are observed, the position of which depends on the chemical nature of the hardener of the epoxy resin and the curing mode of the composition. The deformation at break increases monotonously with the increase in the elastomer content, most rapidly in the range of modifier concentrations of 5-25 mass parts. The effect is shown both for samples cured at room temperature and heat-treated compositions. Due to a significant increase in the ability of the sample to develop deformation, despite the decrease in the strength parameter, the work of destruction of modified samples increases significantly. It contributes to improving the performance of composites modified by SKD-KTR rubber under the action of shock and vibration loads.*

Keywords: *epoxy polymer, diglycidyl ether of diphenylolmethane, hardener, oligobutadiene rubber with terminal carboxyl groups, curing mode, deformation-strength and adhesive properties.*

REFERENCES

1. Kochergin Yu.S., Zolotareva V.V. Properties of composites based on diglycidyl ethers of diphenylolmethane [Svojstva kompozitov na osnove diglicidilovyh efirov difenilolmetana]. Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov. 2018. No. 4. Pp. 96–101. (rus)
2. Kochergin Yu.S., Zolotareva V.V. Comparative study of composite materials based on diglycidyl derivatives of diphenylolmethane [Sravnitel'noe issledovanie kompozicionnyh materialov na osnove diglicidilovyh proizvodnyh difenilolmetana]. Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov. 2018. No. 11. Pp. 91–98. (rus)

3. Kochergin Yu.S., Zolotareva V.V., Shatohina D.S. Regulation of properties of epoxy polymers based on diphenylolmethane by means of modifiers [Regulirovanie svojstv epoksidnyh polimerov na osnove difenilolmetana s pomoshch'yu modifikatorov]. Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov. 2019. No. 6. Pp. 96–101. (rus)
4. Bucknell K.B. Destruction of polymer mixtures [Razrushenie smesey polimerov]. Polymer mixtures. ed. by D. Paul, S. Newman. Moscow: Mir, 1981. Vol. 2. Pp. 99–139. (rus)
5. Newman S. Modification of plastics with rubbers [Modifikaciya plastmass kauchukami]. Polymer mixtures. ed. by D. Paul, S. Newman. Moscow: Mir, 1981. Vol. 2. Pp. 70–98. (rus)

6. Babaevsky P.G., Kulik S.G. Crack Resistance of cured polymer compositions [Treshchinostojkost' otverzhdennyh polimernyh kompozicij]. Moscow: Chemistry, 1991. 336 p. (rus)
7. Zaitsev Yu.S., Kochergin Yu.S., Pakter M.K., Kucher R.V. Epoxy oligomers and adhesive compositions [Epoksidnye oligomery i kleevyje kompozicii]. Kiev: Nauk. Dumka, 1990. 200 p. (rus)
8. Kochergin Yu.S., Kulik T.A., Grigorenko T.I. Special-Purpose Epoxy Adhesives. Polymer Sci. Ser.C. 2007. Vol. 49, No. 1. Pp. 17–21.
9. Kochergin Yu.S., Grigorenko T.I., Shologon V.V., Loiko D.P. Epoxy adhesives with a special set of properties [Epoksidnye klei so special'nym kompleksom svojstv]. Questions of chemistry and chemical technology. 2007. No. 5. Pp. 92–98. (rus)
10. Polymer mixtures. Vol. 1: Systematics [Polimernye smesi. T. 1: Sistematika]. Ed. by D. R. Paul, K. B. Bucknell. Trans. from the English under the editorship of V. N. Kuleznev. SPb.: Scientific bases and technologies, 2009. 618 p. (rus)
11. Kochergin Yu.S., Kulik T.A., Grigorenko T.I. Adhesives based on epoxy resins modified with rubbers [Klei na osnove modifitsirovannyh kauchukami epoksidnyh smol]. Plastic. 2005. No. 12. Pp. 5–9. (rus)
12. Kochergin Yu.S., Kulik T.A., Rivkind V.N., Makovetskaya T.L., Zaitsev Yu.S. Dynamic strength of epoxy rubber adhesive compositions in an adhesive compound [Dinamicheskaya prochnost' epoksi-kauchukovyh kleevyh kompozicij v adgezionnom soedinenii]. Plastic masses. 1984. No. 11. Pp. 22–23. (rus)
13. Kochergin Yu.S., Zolotareva V.V., Grigorenko T.I. Wear resistance of composite materials based on epoxy-rubber polymers [Iznosostojkost' kompozicionnyh materialov na osnove epoksidno-kauchukovyh polimerov]. Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov. 2017. No. 4. Pp. 10–19. (rus)
14. Malkin A.Y., Askadsky A.A., Kovriga V.V. Methods of measurement of mechanical properties of polymers [Metody izmereniya mekhanicheskikh svojstv polimerov]. Moscow: Chemistry, 1978. 336 p. (rus)

Information about the authors

Kochergin, Yuri S. PhD, Professor Department of General Engineering Disciplines. E-mail: ivano.tanya2011@yandex.ua. Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky. Ukraine, 83117, Donetsk, st. Shchorsa 31

Zolotareva, Victoriya V. PhD, Assistant professor Department of Commodity Science and Expertise of Non-Food Products. E-mail: viktoria802@gmail.com. Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky. Ukraine, 83117, Donetsk, st. Shchorsa 31

Received 30.04.2020

Для цитирования:

Кочергин Ю.С., Золотарева В.В. Регулирование свойств эпоксидных полимеров на основе дифенилметана с помощью олигобутиadiенового каучука с концевыми карбоксильными группами // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 127–135. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-127-135

For citation:

Kochergin Y.S., Zolotareva V.V. Regulation of properties of epoxy polymers based on diphenylolmethane using oligobutadiene rubber with terminal carboxyl groups. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 127–135. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-127-135

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-136-144

**Бойко А.Ф., Подпратов Д.В.*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**E-mail: boyko_1947@bk.ru*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВУХ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРОШИВКИ ГЛУХИХ МИКРООТВЕРСТИЙ

Аннотация. Изложены результаты экспериментальных исследований значимости отличий технологических показателей электроэрозионной прошивки микроотверстий для двух вариантов технологического процесса прошивки серии микроотверстий: без торцовки электрода-инструмента и с торцовкой электрода-инструмента после обработки каждого отверстия. Установлена существенность различий технологических показателей процесса прошивки: по износу электрода-инструмента, по производительности процесса и эффективности процесса в целом. Для точной оценки значимости отличий двух вариантов технологического процесса электроэрозионной прошивки малых отверстий была выполнена детальная статистическая обработка данных двух выборок из восьми дублирующих (параллельных) опытов в каждой выборке. Для выявления и исключения из результатов эксперимента сомнительных опытов (артефактов), т.е. опытов с резко выделяющимися результатами, были произведены расчеты предельных значений параметров электроэрозионной прошивки микроотверстий: относительного линейного износа электрода-инструмента и производительности процесса. Результаты таких опытов из статистического ряда следует исключать, т.к. они ощутимо влияют на результаты эксперимента.

В работе использован точный метод определения необходимого количества дублирующих опытов, разработанный в БГТУ им. В.Г. Шухова. Проведенные исследования убедительно показывают целесообразность внедрения операции торцовки электрода-инструмента в производство для снижения износа электрода-инструмента и, следовательно, повышения качества изделий с глухими микроотверстиями, например, в массовое производство атравматических хирургических игл, объем производства которых составляет миллионы штук в год.

Ключевые слова: электроэрозионная прошивка, микроотверстие, электрод-инструмент, линейный износ, производительность, коэффициент эффективности.

Введение. Известно [1, 2], что при электроэрозионной прошивке (ЭЭП) малых отверстий проволочным электродом-инструментом (ЭИ) основной износ электрода идет по его рабочему торцу, в меньшей степени изнашивается боковая поверхность электрода, износ, который особенно заметен вблизи его рабочего торца. Это приводит к нарушению исходной цилиндрической формы ЭИ и, следовательно, к ухудшению точности формы получаемых глухих отверстий, а также к изменению других технологических показателей процесса: производительности, линейного износа ЭИ, эффективности процесса в целом.

Для исключения или существенного снижения этого негативного явления предлагается применять технологический прием: после прошивки каждого отверстия осуществлять торцовку ЭИ, то есть снимать на обратной полярности дефектную часть ЭИ, что безусловно приведет к изменению основных технологических показателей

процесса. Эта работа и посвящена сравнительному анализу двух методов ЭЭП глухих малых отверстий: прошивка без торцовки ЭИ и с торцовкой ЭИ после обработки каждого отверстия.

Прошивка микроотверстий производилась в заготовке из хромоникелевой стали ХВ18Н9Т на электроэрозионном станке модели 04ЭП-10М. В качестве ЭИ использовались омедненные вольфрамовые электроды $\varnothing 0,2$ мм, в качестве рабочей жидкости использовалась водопроводная вода. Энергия электрических импульсов 301,3 мкДж, частота импульсов 44 кГц.

Выходными параметрами процесса прошивки микроотверстий являлись: производительность процесса Q – линейная скорость прошивки отверстий в мкм/с, и относительный линейный износ электрода-инструмента γ в %. Скорость прошивки измерялась с помощью секундомера и отсчётных устройств перемещения прошивочной головки станка. Относительный ли-

нейный износ электрода-инструмента определяется путем измерения глубины полученного отверстия и величины укорочения электрода после каждого опыта с помощью указанных отсчетных устройств.

На рис. 1 показана схема последовательности обработки отверстий и измерения линейного износа ЭИ.

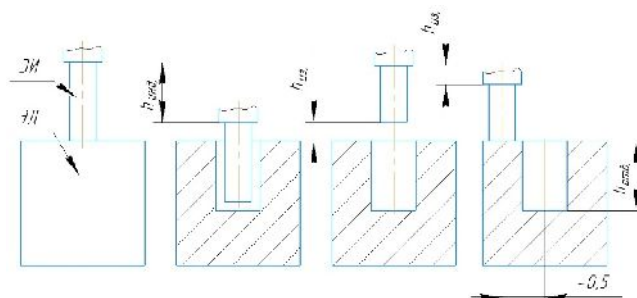


Рис. 1. Схема обработки и измерения износа электрода-инструмента: ЭД- электрод-деталь; ЭИ – электрод-инструмент; $h_{\text{инд.}}$ – ход электрода-инструмента по индикатору; $h_{\text{изн.}}$ – величина линейного износа электрода-инструмента; $h_{\text{отв.}}$ – глубина полученного отверстия

Основная часть. Результаты измерений и обработки экспериментальных данных представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Значения измерений прошиваемых микроотверстий без торцовки ЭИ

№ опыта	$h_{\text{инд.}}$, мм	$h_{\text{изн.}}$, мм	$h_{\text{отв.}}$, мм	γ , %	t , с	Q , мкм/с	K_z
1	0,5	0,12	0,38	31,5789	14,99	25,3502	0,8
2	0,5	0,09	0,41	21,9512	17,36	23,6175	1,08
3	0,5	0,1	0,4	25	15,44	25,9067	1,04
4	0,5	0,1	0,4	25	15,54	25,74	1,03
5	0,5	0,11	0,39	28,2051	16	24,375	0,86
6	0,5	0,1	0,4	25	15,57	25,6904	1,03
7	0,5	0,11	0,39	28,2051	16,59	23,5081	0,83
8	0,5	0,1	0,4	25	16,26	24,6002	0,98

Таблица 2

Значения измерений прошиваемых микроотверстий с торцовкой ЭИ на 0,3 мм

№ опыта	$h_{\text{инд.}}$, мм	$h_{\text{изн.}}$, мм	$h_{\text{отв.}}$, мм	γ , %	t , с	Q , мкм/с	K_z
1	0,5	0,06	0,44	13,6364	22,26	19,7664	1,45
2	0,5	0,07	0,43	16,2791	20,71	20,7629	1,28
3	0,5	0,08	0,42	19,0476	23,86	17,6027	0,92
4	0,5	0,07	0,43	16,2791	20,54	20,9348	1,29
5	0,5	0,08	0,42	19,0476	22,21	18,9104	0,99
6	0,5	0,06	0,44	13,6364	22,81	19,2898	1,41
7	0,5	0,07	0,43	16,2791	22,54	19,0772	1,17
8	0,5	0,06	0,44	13,6364	22,47	19,5817	1,44

$h_{\text{отв.}}$ – глубина отверстия:

$$h_{\text{отв.}} = h_{\text{инд.}} - h_{\text{изн.}}, \text{ мм} \quad (1)$$

где, $h_{\text{инд.}}$ – ход электрода-инструмента (ЭИ), мм; $h_{\text{изн.}}$ – величина линейного износа ЭИ контролируется по индикатору ИЧ-10, мм.

Производительность процесса (скорость прошивки отверстия):

$$Q = \frac{h_{\text{отв.}}}{t}, \text{ мкм/с} \quad (2)$$

где, t – время обработки (прошивки) отверстия, с.

Относительный линейный износ ЭИ:

$$\gamma = \frac{h_{\text{изн.}}}{h_{\text{отв.}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Коэффициент эффективности:

$$K_z = \frac{Q}{\gamma} \quad (4)$$

Результаты расчета выходных параметров процесса γ и Q в восьми параллельных опытах для двух технологических вариантов ведения процесса представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Значения относительного линейного износа ЭИ γ

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
γ , % без торцовки ЭИ	31,58	21,95	25	25	28,21	25	28,21	25
с торцовкой ЭИ	13,64	16,28	19,05	16,28	19,05	13,64	16,28	13,64

Таблица 4

Значения линейной скорости прошивки отверстий Q

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Q , мкм/с без торцовки ЭИ	25,35	23,62	25,91	25,74	24,38	25,69	23,51	24,60
с торцовкой ЭИ	19,77	20,76	17,60	20,93	18,91	19,29	19,08	19,58

Для точной оценки значимости отличий двух вариантов технологического процесса ЭЭП малых отверстий была выполнена детальная статистическая обработка данных двух выборок из $n=8$ дублирующих (параллельных) опытов в каждой выборке.

Находим среднеарифметическое значение относительного линейного износа ЭИ $\bar{\gamma}$:

– для первой серии опытов без торцовки ЭИ

$$\bar{\gamma}_1 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{u=1}^n \gamma_{1u} = \frac{1}{8} \cdot 209,95 = 26,24 \quad (5)$$

где, u – номер параллельного опыта обрабатываемой серии; γ_{1u} – износа ЭИ в u -том параллельном опыте первой серии опытов; n – количество опытов.

– для второй серии опытов с торцовкой ЭИ

$$\bar{\gamma}_2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{u=1}^n \gamma_{2u} = \frac{1}{8} \cdot 127,86 = 15,98 \quad (6)$$

Аналогично рассчитано среднеарифметическое значение производительности процесса ЭЭП микроотверстий $\bar{Q}$:

– без торцовки ЭИ

$$\bar{Q}_1 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{u=1}^n Q_{1u} = 24,85 \quad (7)$$

– с торцовкой ЭИ

$$\bar{Q}_2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{u=1}^n Q_{2u} = 19,49 \quad (8)$$

Для оценки однородности дисперсий по параметрам γ и Q двух вариантов технологического процесса находим, соответственно, четыре дисперсии опытов:

– для параметра γ без торцовки ЭИ

$$\sigma_{1\gamma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{u=1}^n (\gamma_{1u} - \bar{\gamma}_1)^2 = \frac{1}{8-1} \cdot 60,76 = 8,68 \quad (9)$$

– для параметра γ с торцовкой ЭИ

$$\sigma_{2\gamma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{u=1}^n (\gamma_{2u} - \bar{\gamma}_2)^2 = \frac{1}{8-1} \cdot 35,56 = 5,08 \quad (10)$$

– для параметра Q без торцовки ЭИ

$$\sigma_{1Q}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{u=1}^n (Q_{1u} - \bar{Q}_1)^2 = \frac{1}{8-1} \cdot 6,44 = 0,92 \quad (11)$$

– для параметра Q с торцовкой ЭИ

$$\sigma_{2Q}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{u=1}^n (Q_{2u} - \bar{Q}_2)^2 = \frac{1}{8-1} \cdot 7,91 = 1,13 \quad (12)$$

Для выявления грубых ошибок в эксперименте, определения достаточности параллельных опытов и оценки точности параметров эксперимента определяем ошибку опыта для четырех выборок как корень квадратный из дисперсии опыта:

– для параметра γ без торцовки ЭИ

$$\sigma_{1\gamma} = \sqrt{\sigma_{1\gamma}^2} = \sqrt{8,68} \approx 2,95 \quad (13)$$

– для параметра γ с торцовкой ЭИ

$$\sigma_{2\gamma} = \sqrt{\sigma_{2\gamma}^2} = \sqrt{5,08} = 2,25 \quad (14)$$

– для параметра Q без торцовки ЭИ

$$\sigma_{1Q} = \sqrt{\sigma_{1Q}^2} = \sqrt{0,92} = 0,96 \quad (15)$$

– для параметра Q с торцовкой ЭИ

$$\sigma_{2Q} = \sqrt{\sigma_{2Q}^2} = \sqrt{1,13} = 1,06 \quad (16)$$

Выявление и исключение из результатов эксперимента сомнительных опытов (артефактов). Сомнительные опыты отличаются резко выделяющимися результатами, т.е. грубыми погрешностями, вызванными значительным влиянием неуправляемых факторов, погрешностями измерений, грубыми ошибками экспериментатора. Результаты таких опытов из статистического ряда следует исключить, т.к. они ощутимо влияют на результаты эксперимента.

В нашем случае предельными значениями параметров γ и Q , полученных в n -параллельных опытах для двух вариантов технологического процесса, являются:

– для параметра γ без торцовки ЭИ

$$\gamma_{1max} = \bar{\gamma}_1 + \beta_{max} \cdot \sigma_{1\gamma} \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}} = 26,24 + 2,17 \cdot 2,95 \cdot \sqrt{\frac{8-1}{8}} = 32,22 \quad (17)$$

$$\gamma_{1min} = \bar{\gamma}_1 - \beta_{max} \cdot \sigma_{1\gamma} \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}} = 26,24 - 2,17 \cdot 2,95 \cdot \sqrt{\frac{8-1}{8}} = 20,26 \quad (18)$$

где, $\beta_{max} = 2,17$ – табличный коэффициент [3], принимаемый для числа параллельных опытов $n=8$ и доверительной вероятности 0,95.

– для параметра γ с торцовкой ЭИ

$$\gamma_{2max} = \bar{\gamma}_2 + \beta_{max} \cdot \sigma_{2\gamma} \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}} = 15,98 + 2,17 \cdot 2,25 \cdot \sqrt{\frac{8-1}{8}} = 20,56 \quad (19)$$

$$\gamma_{2min} = \bar{\gamma}_2 - \beta_{max} \cdot \sigma_{2\gamma} \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}} = 15,98 - 2,17 \cdot 2,25 \cdot \sqrt{\frac{8-1}{8}} = 11,4 \quad (20)$$

– для параметра Q без торцовки ЭИ

$$Q_{1max} = \bar{Q}_1 + \beta_{max} \cdot \sigma_{1Q} \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}} = 24,85 + 2,17 \cdot 0,96 \cdot \sqrt{\frac{8-1}{8}} = 26,8 \quad (21)$$

$$Q_{1min} = \bar{Q}_1 - \beta_{max} \cdot \sigma_{1Q} \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}} = 24,85 - 2,17 \cdot 0,96 \cdot \sqrt{\frac{8-1}{8}} = 22,9 \quad (22)$$

– для параметра Q с торцовкой ЭИ

$$Q_{2max} = \bar{Q}_2 + \beta_{max} \cdot \sigma_{2Q} \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}} = 19,49 + 2,17 \cdot 1,06 \cdot \sqrt{\frac{8-1}{8}} = 21,65 \quad (23)$$

$$Q_{2min} = \bar{Q}_2 - \beta_{max} \cdot \sigma_{2Q} \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}} = 19,49 - 2,17 \cdot 1,06 \cdot \sqrt{\frac{8-1}{8}} = 17,33 \quad (24)$$

Видно, что за пределами допустимых значений не вышло ни одно значение параметров γ и Q во всех четырех выборках, и их перерасчет не требуется.

Для обеспечения требуемой точности эксперимента определим минимально необходимое количество параллельных опытов по t_n – критерию [3]. Расчетное значение критерия:

– для параметра γ без торцовки ЭИ

$$t_{n1\gamma}^P = k_t \cdot \frac{\bar{\gamma}_1}{\sigma_{1\gamma}} = 0,2 \cdot \frac{26,24}{2,95} = 1,78 \quad (25)$$

где, $k_T = 0,2$ (20 %) – допустимая точность в эксперименте, известная из практики исследований данного направления [3].

– для параметра γ с торцовкой ЭИ

$$t_{n2\gamma}^P = k_t \cdot \frac{\bar{\gamma}_2}{\sigma_{2\gamma}} = 0,2 \cdot \frac{15,98}{2,25} = 1,42 \quad (26)$$

– для параметра Q без торцовки ЭИ

$$t_{n1Q}^P = k_t \cdot \frac{\bar{Q}_1}{\sigma_{1Q}} = 0,2 \cdot \frac{24,85}{0,96} = 5,17 \quad (27)$$

– для параметра Q с торцовкой ЭИ

$$t_{n2Q}^P = k_t \cdot \frac{\bar{Q}_2}{\sigma_{2Q}} = 0,2 \cdot \frac{19,49}{1,06} = 3,67 \quad (28)$$

Расчетные значения критерия сравним с табличными [3]:

$$t_n^P = \frac{t}{\sqrt{f+1}} \quad (29)$$

где, t – критерий Стьюдента, f – соответствующее ему число степеней свободы.

Выбираем для каждой серии параллельных опытов ближайшее меньшее к расчетному табличному t_n^T значение критерия и соответствующее ему минимальное количество необходимых

опытов n_{min} . Из расчетов видно, что ближайшим меньшим к расчетному t_n^P критерию для параметра γ : без торцовки ЭИ является табличное значение $t_n^T = 1,59$ которому соответствует $n_{min} = 4$, а с торцовкой ЭИ является табличное значение $t_n^T = 1,24$, которому соответствует $n_{min} = 5$ [3]. Для параметра Q : без торцовки ЭИ и с торцовкой ЭИ является табличное значение $t_n^T = 2,48$, которому соответствует $n_{min} = 3$ [3]. Следовательно, число параллельных опытов во всех сериях достаточно.

Для оценки реальной точности проведенного эксперимента определим доверительные интервалы измерений для каждой выборки по формуле [3]:

– для параметра γ без торцовки ЭИ

$$\Delta_{1\gamma} = \pm \frac{\sigma_{1\gamma} \cdot t}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,95 \cdot 2,37}{\sqrt{8}} = \pm 2,47 \quad (30)$$

– для параметра γ с торцовкой ЭИ

$$\Delta_{2\gamma} = \pm \frac{\sigma_{2\gamma} \cdot t}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,25 \cdot 2,37}{\sqrt{8}} = \pm 1,88 \quad (31)$$

– для параметра Q без торцовки ЭИ

$$\Delta_{1Q} = \pm \frac{\sigma_{1Q} \cdot t}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,96 \cdot 2,37}{\sqrt{8}} = \pm 0,81 \quad (32)$$

– для параметра Q с торцовкой ЭИ

$$\Delta_{2Q} = \pm \frac{\sigma_{2Q} \cdot t}{\sqrt{n}} = \pm \frac{1,06 \cdot 2,37}{\sqrt{8}} = \pm 0,89 \quad (33)$$

где, $t = 2,37$ – табличное значение критерия Стьюдента при доверительной вероятности 95% (5% уровень значимости) и числе степеней свободы $f=n-1=8-1=7$ [3].

Тогда относительная погрешность измерений для каждой выборки составит:

– для параметра γ без торцовки ЭИ

$$K_{1\gamma} = \pm \frac{\Delta_{1\gamma}}{\bar{\gamma}_1} \cdot 100 \% = \pm \frac{2,47}{26,24} \cdot 100 \% = \pm 9,41 \% \quad (34)$$

- для параметра γ с торцовкой ЭИ

$$K_{2\gamma} = \pm \frac{\Delta_{2\gamma}}{\bar{\gamma}_2} \cdot 100 \% = \pm \frac{1,88}{15,98} \cdot 100 \% = \pm 11,82 \% \quad (35)$$

- для параметра Q без торцовки ЭИ

$$K_{1Q} = \pm \frac{\Delta_{1Q}}{Q_1} \cdot 100 \% = \pm \frac{0,81}{24,85} \cdot 100 \% = \pm 3,24 \% \quad (36)$$

- для параметра Q с торцовкой ЭИ

$$K_{2Q} = \pm \frac{\Delta_{2Q}}{Q_2} \cdot 100 \% = \pm \frac{0,89}{19,49} \cdot 100 \% = \pm 4,57 \% \quad (37)$$

Для визуальной оценки результатов эксперимента на рисунке 2 и 3 показаны схемы рассеивания

параметров γ и Q в двух вариантах технологического процесса и числе параллельных опытов $n=8$.

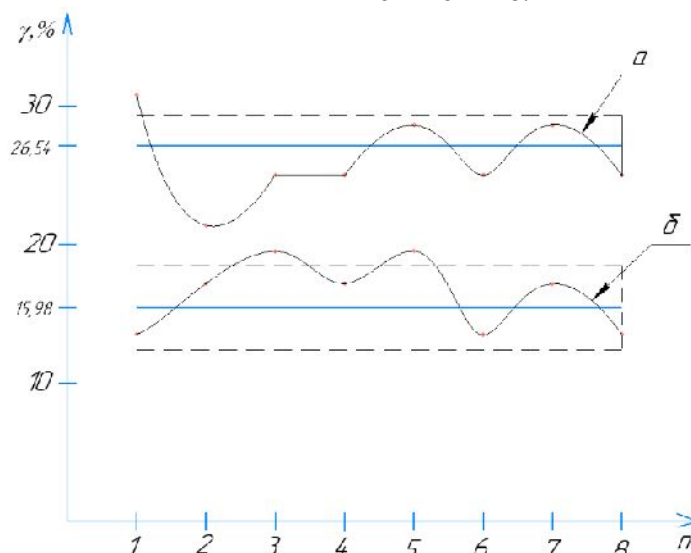


Рис. 2. Схема рассеивания параметра γ в восьми параллельных опытах: а – прошивка отверстий без торцовки ЭИ; б - прошивка отверстий с торцовки ЭИ

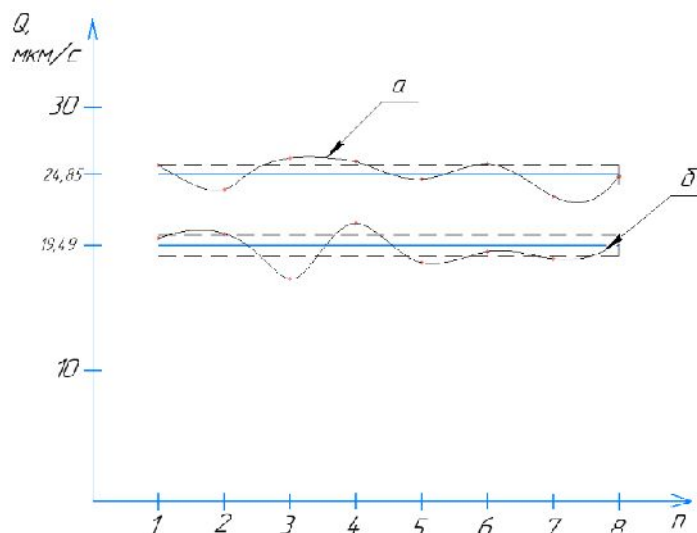


Рис. 3. Схема рассеивания параметра Q в восьми параллельных опытах: а – прошивка отверстий без торцовки ЭИ; б - прошивка отверстий с торцовки ЭИ.

Видно, что по износу γ ЭИ и производительности Q процесса варианты технологического процесса заметно отличаются. Оценим существенность различия этих параметров по критериям Стьюдента.

Так как число опытов $n < 30$, то расчётное значение критерия равно [3]:

- для параметра γ

$$t_{p\gamma} = \frac{\bar{\gamma}_1 - \bar{\gamma}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1) \cdot \sigma_{1\gamma}^2 + (n_2-1) \cdot \sigma_{2\gamma}^2}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{26,24 - 15,93}{\sqrt{\frac{(8-1) \cdot 8,68 + (8-1) \cdot 5,08}{8+8-2} \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8}\right)}} = 7,82 \quad (38)$$

– для параметра Q

$$t_{pQ} = \frac{\bar{Q}_1 - \bar{Q}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1) \cdot \sigma_{1Q}^2 + (n_2-1) \cdot \sigma_{2Q}^2}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{24,85 - 19,49}{\sqrt{\frac{(8-1) \cdot 0,92 + (8-1) \cdot 1,13}{8+8-2} \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8}\right)}} = 10,58 \quad (39)$$

где, $n_1 = n_2 = 8$ – число параллельных опытов в обоих вариантах технологического процесса.

Расчетные значение критерия Стьюдента $t_{p\gamma}$ и t_{pQ} сравниваем с табличным t_T которое определяем по заданной доверительной вероятности 95% и числу степеней свободы $f = n_1 + n_2 - 2 = 8 + 8 - 2 = 14$. Имеем $t_T = 2,15$ [3].

Так как расчетные значение критерия $t_{p\gamma}$ и t_{pQ} больше табличного $t_T = 2,15$, то различие средних значений относительного износа γ и производительности процесса Q существенное.

Выводы:

1. По результатам статистической обработки данных эксперимента получены следующие значения относительного износа γ и производительности процесса Q :

– для параметра γ без торцовки ЭИ

$$\gamma_1 = \bar{\gamma}_1 \pm k_{1\gamma} = 26,24 \pm 9,41\% \quad (40)$$

– для параметра γ с торцовкой ЭИ

$$\gamma_2 = \bar{\gamma}_2 \pm k_{2\gamma} = 15,98 \pm 11,82\% \quad (41)$$

– для параметра Q без торцовки ЭИ

$$Q_1 = \bar{Q}_1 \pm k_{1Q} = 24,85 \pm 3,24\% \quad (42)$$

– для параметра Q с торцовкой ЭИ

$$Q_2 = \bar{Q}_2 \pm k_{2Q} = 19,49 \pm 4,57\% \quad (43)$$

Таким образом, применение операции торцовки ЭИ позволяет в 1,64 раза снизить износ ЭИ, тем самым существенно повысить точность обрабатываемых микроотверстий, но при этом снижается производительность процесса в 1,27 раза. Для комплексной оценки эффективности двух технологических процессов используем относительный показатель коэффициент эффективности [2]:

$$K_{\Sigma} = \frac{\bar{Q}}{\bar{\gamma}} \quad (44)$$

Для двух вариантов технологического процесса он составит:

– без торцовки ЭИ

$$K_{\Sigma 1} = \frac{\bar{Q}_1}{\bar{\gamma}_1} = \frac{24,85}{26,24} = 0,95 \quad (45)$$

– с торцовкой ЭИ

$$K_{\Sigma 2} = \frac{\bar{Q}_2}{\bar{\gamma}_2} = \frac{19,49}{15,98} = 1,22 \quad (46)$$

Таким образом, эффективность процесса с торцовкой ЭИ в 1,3 раза выше по сравнению с вариантом без торцовки ЭИ.

2. Проведенные исследования убедительно показали целесообразность внедрения операции торцовки ЭИ в производство для снижения износа ЭИ и, следовательно, повышения качества изделий с глухими микроотверстиями, например, в массовое производство аатравматических хирургических игл, объем производства, которых составляет миллионы штук в год.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бойко А.Ф. Эффективная технология и оборудование для электроэрозионной прошивки прецизионных микроотверстий. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 314с.
2. Бойко А.Ф. Пузачева Е.И. Точность электроэрозионной прошивки микроотверстий // Технология машиностроения. 2012. №6. С. 50–53.
3. Бойко А.Ф., Воронкова М.Н. Теория планирования и организации многофакторных экспериментов. Белгород: Изд-во БГТУ. 2015. 102 с.
4. Бойко А.Ф., Погонин А.А., Домашенко Б.В. Исследование производительности электроэрозионной прошивки капиллярных отверстий // Междунар. науч.-техн. электронная интернет-конф. «Инструментальное и метрологическое обеспечение машиностроительных производств-2005»: Тез. докл. (Электронный ресурс). 2005. Вып. 1. С. 132–137.
5. Бойко А.Ф., Погонин А.А., Домашенко Б.В. Оптимизация энергии импульса при электроэрозионной прошивке капиллярных отверстий // Пятая Межрегион. с международным участием науч.-техн. конф. «Механики XXI века»: Сб. докл. г. Братск, БрГУ. 1-3 марта 2006. С. 256–261.
6. Бойко А.Ф., Погонин А.А., Домашенко Б.В. Влияние энергии и частоты импульсов тока на производительность электроэрозионной обработки капиллярных отверстий // Пятая Междунар. науч.-техн. интернет-конф. «Новые материалы и технологии в машиностроении»: Тез. докл. г. Брянск. БГИТА (Брянская государственная инженерно-технологическая академия). 2006. С. 113–117.

7. Спиридов А.Д. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение. 1981. 184 с.
8. Бойко А.Ф. Высокочастотная электроэрозионная прошивка отверстий малого диаметра. Электронная обработка материалов. 1980. №1. С.86–88.
9. Левинсон Е.М. Отверстия малых размеров (методы получения). Л.: Машиностроение, 1977. С. 61–103.
10. Холоднов Е.В. Электроискровое изготовление отверстий малого диаметра // Электрофизические и электрохимические методы обработки. М: НИИМАШ. 1970. №3. С. 18–22.
11. Фотеев Н.К. Электроэрозионная обработка отверстий. М.: Машиностроение, 1976. С. 4–5.
12. Артамонов Б.А., Вишницкий А.Л., Волков Ю.С. и др. Размерная электрическая обработка металлов. М.: Высшая школа, 1978. С. 146–148.
13. Ноздрин И.А., Бойко А.Ф., Бративник Ю.М. Технология получения сложных отверстий в твердосплавном инструменте для микросварки // Электронная техника. Сер. Технология, организация производства и оборудование. 1973. №6. С. 26–31.
14. Адлер Ю.П. Планирование промышленных экспериментов. М.: Металлургия. 1974. 264 с.
15. Герасименко В.Б. Технические основы создания машин: учебное пособие. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова. 2004. 207 с.
16. Горский В.Г. Планирование промышленного эксперимента. М.: Металлургия. 1974. 264с.
17. Грановский Г.И. Обработка результатов экспериментальных исследований резания металлов. М.: Машиностроение. 1982. 112 с.
18. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение. 1981. 184 с.
19. Юрьев А.Г. Организация научных исследований: учебное пособие. М.: МИСИ, БТИСМ. 1985. 88 с.
20. Юрьев А.Г. Основы научных исследований: учебное пособие. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова. 2005. 87 с.
21. Ящерицын П.И. Планирование эксперимента в машиностроении. М: Высш. шк. 1985. 286 с.
22. Грачева К.А. Организация и планирование машиностроительного производства: учеб. М.: Высш. шк. 2003. 470 с.

Информация об авторах

Бойко Анатолий Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения. E-mail: boyko_1947@bk.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Подпрятков Денис Викторович, магистрант кафедры технологии машиностроения. E-mail: d.podpryatov@gmail.com. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 10.05.2020

© Бойко А.Ф., Подпрятков Д.В., 2020

**Boyko A.F., Podpryatov D.V*

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova

**E-mail: boyko_1947@bk.ru*

COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO METHODS OF ELECTROEROSION FIRMWARE FOR DEAF MICROHOLES

Abstract. The paper presents the results of experimental studies of the significance of differences in the technological parameters of electroerosive micro-hole firmware for two variants of the micro-hole firmware series process: without facing the tool electrode and with the tool electrode facing after processing each hole. The significance of differences in the technological parameters of the firmware process is established: by the wear of the electrode-tool, by the productivity of the process and the efficiency of the process as a whole. Detailed statistical processing of data from two samples of eight duplicate (parallel) experiments in each sample is performed to accurately assess the significance of the differences between the two variants of the process of electroerosive firmware of microholes. Calculations are made of the limit values of parameters of the microholes' electroerosion firmware: the relative linear wear of the electrode-tool and the process performance. They allow identifying and excluding doubtful experiments (artifacts) from the results, i.e. experiments with sharply distinguished results. The results of such experiments should be excluded from the statistical

series, since they significantly affect the results of the experiment. The paper uses an exact method for determining the required number of duplicate experiments developed at BSTU named after V. G. Shukhov. The conducted research clearly shows the feasibility of introducing the electrode-tool in manufacturing to reduce the wear of the electrode-tool and, therefore, increase the quality of products with deep microholes, for example, in the mass production of atraumatic surgical needles, the volume of production of which is millions of pieces per year.

Keywords: *electroerosive firmware, microhole, electrode-tool, linear wear, performance, efficiency coefficient.*

REFERENCES

1. Boyko A.F. Efficient technology and equipment for electroerosive firmware for precision micro-holes [Effektivnaya tekhnologiya i oborudovaniye dlya elektroerozionnoy proshivki pretzisionnykh mikrootverstiy]. Smartly. Belgorod. Publishing House of BSTU. 2010. 314 p. (rus)
2. Boyko A.F. The accuracy of electroerosive firmware of microholes [Tochnost' elektroerozionnoy proshivki mikrootverstiy]. Technology of mechanical engineering. 2012. No.6. Pp. 50–53. (rus)
3. Boyko A.F. The theory of planning and organizing multifactor experiments [Teoriya planirovaniya i organizatsii mnogofaktornykh eksperimentov]. Belgorod. Publishing House of BSTU. 2015. 102 p. (rus)
4. Boyko A. F., Pogonin A. A. Domashenko B. V. Study of the performance of the EDM firmware capillary holes [Issledovaniye proizvoditel'nosti elektroerozionnoy proshivki kapillyarnykh otverstiy]. International scientific and technical electronic Internet conference "Instrumental and metrological support of machine-building industries-2005". 2005. Vol. 1. Pp. 132–137. (rus)
5. Boyko A.F., Pogonin A.A. Domashenko B.V. Optimization of the pulse energy at the EDM firmware capillary holes [Optimizatsiya energii impul'sa pri elektroerozionnoy proshivke kapillyarnykh otverstiy]. Fifth interregional with international participation scientific conference "Mechanics of the XXI century": A collection of papers Bratsk, BrSU. 1-3 March 2006. Pp. 256–261. (rus)
6. Boyko A.F., Pogonin A.A. Domashenko B.V. The effect of the energy and frequency of the current pulses to the electrical discharge machining performance of capillary holes [Vliyaniye energii i chastoty impul'sov toka na moshchnost' elektroerozionnoy obrabotki kapillyarnykh otverstiy]. Fifth international scientific and technical Internet conference "New materials and technologies in mechanical engineering": Thesis report Bryansk. BGITA (Bryansk state Academy of engineering and technology). 2006. Pp. 113–117. (rus)
7. Spiridov A.D. Experiment Planning in the study of technological processes [Planirovaniye eksperimenta pri issledovanii tekhnologicheskikh protsessov]. M.: Mechanical Engineering. 1981. 184 p. (rus)
8. Boyko A.F. High-Frequency electroerosive piercing of small diameter holes [Vysokochastotnaya elektroerozionnaya proshivka otverstiy malogo rastoyaniyara]. Electronic processing of materials [Elektronnaya obrabotka materialov]. 1980. No. 1. Pp. 86–88. (rus)
9. Levinson E.M. Holes of small dimensions (getter) [Otverstiya malykh razmerov (metody polucheniya)]. L.: Mechanical Engineering. 1977. Pp. 61–103. (rus)
10. Kholodnov E.V. Electric-manufacturer of small holes [Elektroiskrovoye izgotovleniye otverstiy malogo rastoyaniyara]. Electrophysical and electrochemical methods of processing [Elektrofizicheskiye i elektrokhimicheskiye metody obrabotki]. M: NIIMASH. 1970. No. 3. Pp. 18–22.
11. Foteev N. To. Electric discharge machining of holes [Elektroerozionnaya obrabotka otverstiy]. M.: Mashinostroyeniye. 1976. Pp. 4–5. (rus)
12. Artamonov B.A., Vishnitsky A.L., Volkov Yu.S. Dimensional electrical treatment of metals [Razmernaya elektricheskaya obrabotka metallov]. M.: Higher school. 1978. Pp. 146–148. (rus)
13. Nozdrin I.A. Boyko A.F., Bratelnik Yu.M. The Technology of producing complex holes in carbide tool for microwelding [Tekhnologiya polucheniya slozhnykh otverstiy v tverdospлавном instrumente dlya mikrosvarki]. Elektronnaya Tekhnika. Ser. Technology, organization of production and equipment. 1973. No. 6. Pp. 26–31. (rus)
14. Adler Y.P. Planning of industrial experiments [Planirovaniye promyshlennogo eksperementa]. M.: Metallurgy. 1974. 264p. (rus)
15. Gerasimenko V.B. Technical basics of creating machines: tutorial [Tekhnicheskiye osnovy sozdaniya mashin: uchebnoye posobiye]. Belgorod. BSTU named after V. G. Shukhov. 2004. 207p. (rus)
16. Gorsky V.G. Planning an industrial experiment [Planirovaniye promyshlennogo eksperimenta]. M.: Metallurgy. 1974. 264 p. (rus)
17. Granovsky G. I. Processing the results of experimental studies of metal cutting. [Obrabotka rezultatov eksperimental'nykh issledovaniy rezaniya metallov]. M.: Engineering. 1982. 112 p. (rus)
18. Spiridonov A.A. Planning an experiment in the study of technological processes [Planirovaniye eksperimenta pri issledovanii tekhnologicheskikh protsessov]. M.: Engineering. 1981. 184 p. (rus)

19. Yuryev A.G. Organization of scientific research: tutorial. [Organizatsiya nauchnykh issledovaniy: uchebnoye posobiye]. M.: MISI. BTISM. 1985. 88 p. (rus)

20. Yuryev A.G. Fundamentals of scientific research: tutorial. [Osnovy nauchnykh issledovaniy: uchebnoye posobiye]. Belgorod. BSTU named after V. G. Shukhov. 2005. 87 p. (rus)

21. Yashcheritsyn P.I. experimental design in mechanical engineering [Planirovaniye eksperimenta v mashinostroyenii]. M.: Higher school. 1985. 286p. (rus)

22. Gracheva K.A. Organization and planning of engineering production: textbook [Organizatsiya i planirovaniye mashinostroitel'nogo proizvodstva: ucheb]. M.: Higher. Shk. 2003. 470 p. (rus)

Information about the authors

Boyko, Anatoly F. DSc, Professor. E-mail: boyko_1947@bk.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Podpryatov, Denis V. Master student, E-mail: d.podpryatov@gmail.com. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received 10.05.2020

Для цитирования:

Бойко А.Ф., Подпрятков Д.В. Сравнительный анализ двух методов электроэрозионной прошивки глухих микроотверстий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 6. С. 137–144. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-136-144

For citation:

Boyko A.F., Podpryatov D.V. Comparative analysis of two methods of electroerosion firmware for deaf microholes. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 6. Pp. 137–144. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-6-136-144

Научное издание

«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова»
№ 6, 2020 г.

Научно-теоретический журнал

Координатор журнала
Алфимова Наталия Ивановна

Редактор журнала
Агеева Марина Сергеевна

Компьютерная верстка
Яшкина Светлана Юрьевна

Перевод на английский язык
Колесник Оксана Юрьевна

Учредитель журнала – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовой информации ПИ №ФС 77-26533 от 07.12.2006

Подписано в печать 26.06.20. Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 16,74. Уч.-изд. л. 18

Тираж 40 экз. Заказ 79. Цена договорная.

Все публикуемые материалы представлены в авторской редакции.

Адрес редакции: г. Белгород, ул. Костюкова, 46, оф. 724/4 Гк.

Номер сверстан в редакции научно-теоретического журнала

«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова».

Отпечатано в РИЦ БГТУ им. В.Г. Шухова