Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный
архитектурно-строительный университет

ВЕСТНИК

ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Том 22

№ 3 2020

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с апреля 1999 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ляхович Л.С., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, зав. кафедрой строительной механики ТГАСУ; гл. редактор; *lls@tsuab.ru*; г. Томск
Акимов П.А., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, главный ученый секретарь РААСН; *pavel.akimov@gmail.com*, г. Москва
Белостоцкий А.М., докт. техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН, ген. директор научно-исследовательского центра СтаДиО; *amb@stadyo.ru*, г. Москва
Бондаренко И.А., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, директор НИИТИАГ, филиал ЦНИИП Минстроя России; *niitag@yandex.ru*; г. Москва
Власов В.А., докт. физ.-мат. наук, профессор, ректор ТГАСУ; *rector@tsuab.ru*; г. Томск
Волокитин Г.Г., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой прикладной механики и материаловедения ТГАСУ; *vgg-tomsk@mail.ru*; г. Томск
Гныря А.И., докт. техн. наук, профессор, советник РААСН, зав. кафедрой технологии строительного производства ТГАСУ; *tsp_tgasu@mail.ru*; г. Томск
Дегтярев В.В., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой гидротехнического строительства, безопасности и экологии НГАСУ (Сибстрин); *ngasu_gts@mail.ru*, г. Новосибирск
Дзюбо В.В., докт. техн. наук, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения ТГАСУ; *dzv1956@mail.ru*, г. Томск
Ефименко В.Н., докт. техн. наук, зав. кафедрой автомобильных дорог ТГАСУ; *svefimenko_80@mail.ru*; г. Томск
Ефименко С.В., докт. техн. наук, декан дорожно-строительного факультета ТГАСУ; *svefimenko_80@mail.ru*, г. Томск
Есаулов Г.В., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, проректор по научной работе МАРХИ; *gvesaulov@raasn.ru*; г. Москва
Жерардо М.Ч., докт. наук, профессор инженерного факультета Международного дистанционного университета UNINETTUNO; *g.cennamo@uninettunouniversity.net*, г. Рим, Италия
Ильичев В.А., докт. техн. наук, профессор, вице-президент РААСН, академик РААСН; *ilyichev@raasn.ru*; г. Москва
Инжутов И.С., докт. техн. наук, профессор, директор инженерно-строительного института СФУ; *iinzhutov@sfu-kras.ru*, г. Красноярск
Киайа Б.М., докт. техн. наук, профессор факультета проектирования зданий, сооружений и геотехники Политехнического университета Турина; *bernardino.chiaia@polito.it*, г. Турин, Италия
Ковлер К.Л., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой строительных материалов и технологий Технион – Израильский технологический институт; *cvrkost@technion.ac.il;* г. Хайфа, Израиль
Копаница Н.О., докт. техн. наук, профессор кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ; *kopanitsa@mail.ru*; г. Томск
Кудяков А.И., докт. техн. наук, профессор кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ, советник РААСН; *kudyakov@tsuab.ru*; г. Томск
Кумпяк О.Г., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой железобетонных конструкций ТГАСУ, советник РААСН; *kumpyak@yandex.ru*; г. Томск
Лежава И.Г., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, вице-президент РААСН, профессор МАРХИ; *lezhavailia@gmail.com*, г. Москва
Морозов В.И., докт. техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН, зав. кафедрой строительных конструкций СПбГАСУ; *morozov@spbgasu.ru*, г. Санкт-Петербург
Овсянников С.Н., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой архитектуры гражданских и промышленных зданий ТГАСУ; *ovssn@tsuab.ru*; г. Томск
Плачиди Л.Л., докт. наук, доцент инженерного факультета Международного дистанционного университета UNINETTUNO; *luca.placidi@uninettunouniversity.net*, г. Рим, Италия
Поляков Е.Н., докт. искусствоведения, канд. архитектуры, профессор кафедры теории и истории архитектуры ТГАСУ, член Союза архитекторов России; *polyakov-en@ya.ru*; г. Томск
Пустоветов Г.И., докт. архитектуры, профессор, чл.-корр. РААСН, советник ректората НГУАДИ; *pustovetovgi@gmail.com*, г. Новосибирск
Сколубович Ю.Л., докт. техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН, ректор НГАСУ (Сибстрин); *sjl1964@mail.ru*, г. Новосибирск
Травуш В.И., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, вице-президент РААСН; *travush@mail.ru*, г. Москва
Цветков Н.А., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой теплогазоснабжения ТГАСУ; *nac@tsuab.ru;* г. Томск
Чернышов Е.М., докт. техн. наук, профессор, председатель президиума Центрального отделения РААСН, академик РААСН; *chem@vgasu.vrn.ru*; г. Воронеж
Шубин И.Л., докт. техн. наук, чл.-корр. РААСН, директор НИИСФ РААСН*; niisf@niisf.ru*, г. Москва
Яненко А.П., докт. техн. наук, профессор кафедры гидротехнического строительства, безопасности и экологии НГАСУ (Сибстрин); *ngasu_gts@mail.ru*, г. Новосибирск

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ И ЧИТАТЕЛЕЙ

Журнал «Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета» (подписной индекс 20424) включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по строительству и архитектуре, утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Решение Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 17.06.2011 г.

Электронные версии журнала «Вестник ТГАСУ» представлены на сайтах «Научная электронная библиотека»: www.elibrary.ru; «Российская книжная палата»: https://online.bookchamber.ru/book/ru/; «Томская областная универсальная научная библиотека имени А.С. Пушкина»: https://www.lib.tomsk.ru; «EBSCO»: https://www.ebsco.com; «КиберЛенинка»: https://cyberleninka.ru; «IPRbooks»: www.iprbookshop.ru, а также на сайте «Вестник ТГАСУ»: https://vestnik.tsuab.ru

Научное издание
ВЕСТНИК ТГАСУ № 3 – 2020
ISSN 1607-1859 (для печатной версии) ISSN 2310-0044 (для электронной версии)
Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств коммуникаций ПИ №77-9483 от 30 июля 2001 г.

Редакторы Т.С. Володина, Г.Г. Семухина.
Переводчик М.В. Воробьева. Дизайн Е.И. Кардаш.
Технический редактор Н.В. Удлер.
Подписано в печать 25.06.2020. Формат 70×108/16. Гарнитура Таймс.
Уч.-изд. л. 9,65. Усл. печ. л. 11,46. Тираж 200 экз.
Зак. № 73.

Адрес редакции: 634003, Томск, пл. Соляная, 2, тел. (3822) 65-37-61, e-mail: vestnik_tgasu@tsuab.ru
Отпечатано в ООП ТГАСУ, Томск, ул. Партизанская, 15

© Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2020

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

VESTNIK
TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO
ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA

JOURNAL
OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Volume 22

№ 3 2020
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Published since April 1999

EDITORIAL STAFF

1. Lyakhovich L.S., DSc, Professor, RAACS Academician, Chief Editor, Head of Structural Mechanics Dept., TSUAB; *lls@tsuab.ru*, Tomsk, Russia
2. Akimov P.A., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Chief Academic Secretary; *pavel.akimov@gmail.com*, Moscow, Russia
3. Belostotskii A.M., DSc, Professor, RAACS Corresponding Member, Director General Research Center StaDiO; *amb@stadyo.ru*, Moscow, Russia
4. Bondarenko I.A., DSc, Professor, RAACS Academician, Director Scientific Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning, Branch of the Central Institute for Research and Design of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation; *niitag@yandex.ru*, Moscow, Russia
5. Chernyshov E.M., DSc, Professor, RAACS Academician, Chairman of the Presidium of RAACS Central Regional Branch; *chem@vgasu.vrn.ru*, Voronezh, Russia
6. Chiaia B., PhD, Professor, Politecnico di Torino (Polytechnic University of Turin); *bernardino.chiaia@polito.it*, Turin, Italy
7. Degtyarev V.V., DSc, Professor, Head of Hydraulic Engineering, Safety and Ecology Dept., Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering; *ngasu_gts@mail.ru*, Novosibirsk, Russia
8. Dzyubo V.V., DSc, Professor, Department of Water Supply and Sewage Systems, TSUAB; *dzv1956@mail.ru*, Tomsk, Russia
9. Efimenko V. N., DSc, Professor, Dean of Road Engineering and Construction Faculty, Head of Automobile Roads Dept., TSUAB; *svefimenko_80@mail.ru*, Tomsk, Russia
10. Efimenko S.V., DSc, Dean of Road Engineering and Construction Faculty, TSUAB; *svefimenko_80@mail.ru*, Tomsk, Russia
11. Esaulov G.V., DSc, Professor, RAACS Academician, Vice-Rector for Research of Moscow Architectural Institute (State Academy); *esaulovgv@raasn.ru*, Moscow, Russia
12. Girardot M.C., DSc, Professor, Engineering Dept., International Telematic University UNINETTUNO; *g.cennamo@uninettunouniversity.net*, Roma, Italy
13. Gnyrya A.I., DSc, Professor, RAACS Adviser, Head of Construction Engineering Technology Dept., TSUAB; *tsp_tgasu@mail.ru*, Tomsk, Russia
14. Il'ichev V.A., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Vice President; *ilyichev@raasn.ru*, Moscow, Russia
15. Inzhutov I.S., DSc, Professor, Director School of Engineering and Construction, SibFU; *iinzhutov@sfu-kras.ru*, Krasnoyarsk, Russia
16. Kopanitsa N.O., DSc, Professor, Building Materials and Technologies Dept., TSUAB; *kopanitsa@mail.ru*, Tomsk, Russia
17. Kovler K., A/Professor, Civil and Environmental Engineering, Head of Building Materials, Performance & Technology Dept., Technion Israel Institute of Technology; *cvrkost@technion.ac.il*, Haifa, Israel
18. Kudyakov A.I., DSc, Professor; RAACS Adviser, Head of Construction Engineering Technology Dept., TSUAB (Tomsk, Russia); *kudyakov@tsuab.ru*
19. Kumpyak O.G., DSc, Professor; RAACS Adviser, Head of Reinforced Concrete and Masonry Structures Dept., TSUAB; *kumpyak@yandex.ru*, Tomsk, Russia
20. Lezhava I.G., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Vice President, Moscow Architectural Institute (State Academy); *lezhavailia@gmail.com*, Moscow, Russia
21. Morozov V.I., DSc, Professor, RAACS Corresponding Member, Head of Engineering Constructions Dept., SPSUACE; *morozov@spbgasu.ru*, St-Petersburg, Russia
22. Ovsyannikov S.N., DSc, Professor, Head of Architecture of Civil and Industrial Buildings Dept., TSUAB; *ovssn@tsuab.ru*, Tomsk, Russia
23. Plachidi L.L., DSc, A/Professor, Engineering Dept., International Telematic University UNINETTUNO; *luca.placidi@uninettunouniversity.net*, Roma, Italy
24. Polyakov E.N., DArts, Professor; Member of the Union of Architects of Russia; Theory and History of Architecture Dept., TSUAB; *polyakov-en@ya.ru*, Tomsk, Russia
25. Pustovetov G.I., DSc, Professor, RAACS Correspondent Member, Adviser Novosibirsk State University of Architecture, Design and Fine Arts; *pustovetovgi@gmail.com*, Novosibirsk, Russia
26. Skolubovich Yu.L., DSc, Professor, RAACS Correspondent Member, Rector Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering; *sjl1964@mail.ru*, Novosibirsk, Russia
27. Shubin I.L., DSc, RAACS Corresponding Member, Director Structural Physics Research Institute, RAACS; *niisf@niisf.ru*, Moscow, Russia
28. Tsvetkov N.A., DSc, Professor, Head of Heat and Gas Supply Dept., TSUAB; *nac@tsuab.ru*, Tomsk, Russia
29. Travush V.I., DSc, Professor, RAACS Vice President, RAACS Academician; *travush@mail.ru*, Moscow, Russia
30. Vlasov V.A., DSc, Professor, Rector, TSUAB; *rector@tsuab.ru*, Tomsk, Russia
31. Volokitin G.G., DSc, Professor, Head of Applied Mechanics and Materials Science Dept., TSUAB; *vgg-tomsk@mail.ru*, Tomsk, Russia
32. Yanenko A.P., DSc, Professor, Hydraulic Engineering, Safety and Ecology Dept., Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering; *ngasu_gts@mail.ru*, Novosibirsk, Russia

INFORMATION FOR AUTHORS AND READERS

Journal «Journal of Construction and Architecture» is included in the list of the peer reviewed scientific journals and editions published in the Russian Federation. The main results of PhD and DSc theses obtained in construction and architectural field studies should be published in this journal. The journal was approved by the decision of the Supreme Attestation Commission of the Ministry of Science and Higher Education.

Decision of the Supreme Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of Russia, 17 June, 2011

The electronic version of the journal is available at www.elibrary.ru; https://online.bookchamber.ru/book/ru/; https://www.lib.tomsk.ru; https://www.ebsco.com; https://cyberleninka.ru; www.iprbookshop.ru; https://vestnik.tsuab.ru

Scientific Edition
VESTNIK TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA
JOURNAL OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE № 3 – 2020
Print ISSN 1607-1859 Online ISSN 2310-0044
The journal is registered by the Federal Agency on Press and Mass Communications of the Russian Federation PI N77-9483, 30 July, 2001.

Editors T.S. Volodina, G.G. Semukhina
Translator M.V. Vorob'eva. Design: E.I. Kardash
Technical editor N.V. Udler
Passed for printing: 25.06.2020. Paper size: 70×108/16. Typeface: Times New Roman
Published sheets: 9,65. Conventional printed sheets: 11,46. Print run: 200 copies
Order N 73.

Editorial address: 2, Solyanaya Sq., Tomsk, 634003
Phone: +7 (3822) 653-761; E-mail: vestnik_tgasu@tsuab.ru
TSUAB Printing House, 15, Partizanskaya Str., Tomsk, 634003

© Tomsk State University
of Architecture and Building, 2020

С О Д Е Р Ж А Н И Е

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Залесов В.Г., Залесов Г.М. Первый строитель Томского университета инженер-архитектор М.Г. Арнольд (ТГАСУ, НИ ТГУ, г. Томск) 7
Бабинович Н.У., Ситникова Е.В. Особенности классицизма в застройке городов России и Сибири (ТГАСУ, г. Томск) 23
Григорьева Л.М. Проблемы современной промышленной архитектуры субъектов малого и среднего бизнеса на территории Южного федерального округа (ЮФУ, г. Ростов-на-Дону) 37
Стрельникова Е.Ю. Архитектура как фактор создания комфортных учреждений для детей с отклонениями в развитии в Англии конца XIX века (Архитектурная мастерская «ИП Щербинина Ю.Д.», г. Краснодар) 49
Скрябин П.В. Матрица ландшафта в градостроительном развитии Западной Сибири (СПбГАСУ, г. Санкт-Петербург) 63
Соина Н.С. Виртуальная реконструкция крепости Суджук-Кале (ААИ ЮФУ, г. Ростов-на-Дону) 75
Какунец К.В. Градостроительные особенности пространственной организации общественно-административного центра Московского района в Санкт-Петербурге (СПбГАСУ, г. Санкт-Петербург) 85

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Ляхович Л.С., Акимов П.А., Тухфатуллин Б.А. Критерий оценки оптимальных решений при формировании кусочно-постоянных участков полосы, усиливающей стенку стержней двутаврового поперечного сечения, при ограничениях по устойчивости или на величину первой частоты собственных колебаний (ТГАСУ, г. Томск, РААСН, г. Москва) 94

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Шорин В.А., Литвинов В.С., Васильев Е.П., Шорин А.В. Защита силикатно-эмалевого покрытия узлов транспортных инженерных сетей от абразивного воздействия при обработке в полевых условиях (ООО «Контроль качества», ООО «Физика здоровья», г. Самара, ООО «Транснефть-надзор», АО «Транснефть-Прикамье», г. Пермь) 106
Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Волокитин Г.Г., Волокитин О.Г., Семеновых М.А., Власов В.А. Влияние некондиционных частиц на матрицу бетонной системы (ТГАСУ, г. Томск) 112

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Муратова А.А., Картушина Ю.Н. Получение компонентов для изготовления теплоизоляционных изделий из твердых коммунальных отходов с применением новых методов сортировки (ВолгГТУ, г. Волгоград) 119

C O N T E N T S

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

Zalesov V.G., Zalesov G.M. M.G. Arnold, the first architectural engineer of Tomsk State University (Tomsk) 7

Babinovich N.U., Sitnikova E.V. Classicism and city planning in Russia and Siberia (Tomsk)..... 23

Grigor''eva L.M. Modern industrial architecture of small and medium business entities in the Southern Federal District (Rostov-on-Don) 37

Strelnikova E.Yu. Architecture as a factor of creating comfortable buildings for abnormal children in England late in the 19th century (Krasnodar) 49

Skryabin P.V. Landscape matrix in urban development of West Siberia (Saint-Petersburg) 63

Soina N.S. Virtual reconstruction of Sudzhuk-Kale fortress (Rostov-on-Don) 75

Kakunets K.V. Spatial organization of administration building in Leningrad (Saint-Petersburg) 85

BUILDING AND CONSTRUCTION

Lyakhovich L.S., Akimov P.A., Tukhfatullin B.A. Assessment criterion for optimum design solutions of piecewise constant sections in I-rods with stability or first eigen-frequency limits (Tomsk, Moscow) 94

CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

Shorin V.A., Litvinov V.S., Vasil'ev E.P., Shorin A.V. Abrasion protection of silicate enamel coating of engineering network nodes in field conditions (Samara, Perm)..... 106

Shekhovtsov V.V., Skripnikova N.K., Volokitin G.G., Volokitin O.G., Semenovykh M.A., Vlasov V.A. Influence of non-standard particles on the concrete system matrix (Tomsk) 112

WATER SUPPLY, SEWERAGE, BUILDING SYSTEMS OF WATER RESOURCE PROTECTION

Muratova A.A., Kartushina Yu.N. Manufacture of heat-insulating products from solid municipal waste using new waste segregation (Volgograd) 119

АРХИТЕКТУРА
И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 72.035 DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-7-22

В.Г. ЗАЛЕСОВ[1], Г.М. ЗАЛЕСОВ[2],
[1]Томский государственный архитектурно-строительный университет,
[2]Национальный исследовательский
Томский государственный университет

ПЕРВЫЙ СТРОИТЕЛЬ ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕР-АРХИТЕКТОР М.Г. АРНОЛЬД

В статье рассматривается архитектурно-строительная деятельность первого строителя Томского университета инженер-архитектора М.Г. Арнольда. Она оказалась в тени, а в воспоминаниях современников даже получила нелицеприятную оценку, которая в дальнейшем нашла отражение и в научных работах. В исследовательские материалы статьи, кроме традиционных печатных источников, вводится информация рукописного журнала Строительного комитета (Комитета по постройке зданий Сибирского университета в г. Томске). Эти протокольные данные позволяют более детально воссоздать полную картину трудовой активности М.Г. Арнольда, выявить его профессиональный вклад в строительство университета в Томске на его начальном этапе в 1880 г. Графически реконструировано местонахождение павильона для торжественной закладки здания и место заложения «краеугольного камня» и медной памятной доски.

Ключевые слова: М.Г. Арнольд; инженер-архитектор; строитель; Томский университет; Строительный комитет; Томск; Россия; конец XIX в.

Для цитирования: Залесов В.Г., Залесов Г.М. Первый строитель Томского университета инженер-архитектор М.Г. Арнольд // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 7–22. DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-7-22

V.G. ZALESOV[1], G.M. ZALESOV[2],
[1]Tomsk State University of Architecture and Building,
[2]National Research Tomsk State University

M.G. ARNOLD, THE FIRST ARCHITECTURAL ENGINEER OF TOMSK STATE UNIVERSITY

The paper considers the architectural and construction activities of M.G. Arnold, the first architectural engineer of Tomsk State University. According to scientific publications, his activity remains in the background and even receives a negative assessment in memoirs of contemporaries. In addition to traditional printed sources, this paper includes information from the hand-written journal of the Committee for Construction of Siberian University

© Залесов В.Г., Залесов Г.М., 2020

Buildings in Tomsk. These data allow to show the activity of M.G. Arnold in detail and identify his contribution to the initial stage of construction of Tomsk State University in 1880. The location of the hall for laying of the foundation stone is graphically reconstructed, including the memorial plaque.

Keywords: M.G. Arnold; architectural engineer; Tomsk State University; Committee for Construction of Siberian University Buildings; Tomsk; Russia; 19th century.

For citation: Zalesov V.G., Zalesov G.M. Pervyj stroitel' Tomskogo universiteta inzhenerarhitektor M.G. Arnol'd. [M.G. Arnold, the first architectural engineer of Tomsk State University]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 7–22.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-7-22

Томский университет как первый крупный учебный и научный центр в азиатской части России имеет богатую историю своего длительного формирования и развития [1]. Однако история его устройства слабо затрагивает историко-архитектурную составляющую, в особенности начального этапа, связанного с проектированием и строительством этого комплекса. Ряд публикаций частично раскрывают картину проектных решений университета как архитектурного и градостроительного образования [2, 3]. Вместе с тем незаслуженно остается в тени имя первого строителя университета инженер-архитектора М.Г. Арнольда, прибывшего в Томск по рекомендации Санкт-Петербургского общества архитекторов и принявшего на себя «труд по сооружению зданий университета»[1]. Его творческая биография, которая интересует ограниченный круг современных исследователей, постоянно дополняется новыми фактами [4–8]. Тем не менее его томский период, связанный с университетом, оказался в тени и даже получил нелицеприятную оценку у современников, которая перешла в научные работы [9]. Первые сведения о М.Г. Арнольде были опубликованы еще в конце XIX в. к пятидесятилетнему юбилею Института гражданских инженеров (бывшего Строительного училища) в Санкт-Петербурге[2].

Настоящая статья, кроме традиционно используемого материала, основана на изучении такого важного исторического источника, как «Журнал высочайше утверждённого Строительного комитета для возведения зданий Сибирского университета в г. Томске». Он бережно хранится в Отделе рукописных книг и книжных памятников Научной библиотеки Томского государственного университета, в нём отражены протокольные записи с марта 1880 г. и до 1891 г.[3] В их изучении авторы ограничились временем работы М.Г. Арнольда – 1880 г. В аналитические материалы вовлечены воспоминания его современников, в частности устроителя Сибирского университета В.М. Флоринского, исполняющего обязанности томского губернатора В.И. Мерцалова, сибирского

[1] Зодчий: Архитектурный и художественно-технический журнал, издаваемый Санкт-Петербургским обществом архитекторов. 1880. № 5–6. С. 48.
[2] Барановский Г.В. Юбилейный сборник сведений о деятельности бывших воспитанников Института гражданских инженеров (Строительного училища). 1842–1892. Санкт-Петербург: Институт гражданских инженеров, 1893. С. 13.
[3] НБ ТГУ. ОРКП. Ф. 7. Ед. хр. В-6311 – Журнал Строительного комитета (1880–1889). *Далее*: НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК.

исследователя и ученого Г.Н. Потанина, архивные источники, публикации в центральных журналах и местной периодике. К большому сожалению, пока нигде не обнаружены проекты и чертежи академика А.К. Бруни, по которым строилось главное здание университета, а также исполнительные чертежи и планы М.Г. Арнольда, что значительно затрудняет изучение темы. Тем не менее определенные выводы, касающиеся его архитектурно-строительной деятельности, основанные на вновь привлеченном материале и его анализе, сделать возможно.

Арнольд Максимилиан Георгиевич (Юрьевич) родился в семье обер-офицера 18 марта 1838 г. (по другим данным – 30 декабря 1838 г.) в Тамбовской губернии, умер 24 февраля 1897 в г. Чите. В 1856 г. окончил Строительное училище Главного управления путей сообщения и публичных зданий в Санкт-Петербурге со званием архитекторского помощника и чином коллежского секретаря. В 1873 г. за свою научную деятельность был возведен в звание инженер-архитектора. Г.В. Барановский так отзывался о М.Г. Арнольде в своем юбилейном сборнике: «Обширная деятельность М[аксимилиана] Г[еоргиевича] известна большинству воспитанников Строит[ельного] учил[илища] и Институту (гражданских инженеров. – *авт.*) как по множеству прекрасных сооружений в разных местах Империи, так и по целому ряду научных статей, главным образом по строительной механике, напечатанных в журнале “Зодчий”»[4].

Далее Г.В. Барановский в своих «сведениях» следующим образом конкретизирует профессиональную деятельность М.Г. Арнольда: «…в 1857 г. М[аксимилиан] Г[еоргиевич] участвовал в постройке нового шпица (шпиля. – *авт.*) над колокольней Петропавловского Собора СПБ[Санкт-Петербургской] крепости. …Одной из крупнейших работ М[аксимилиана] Г[еоргиевича] является постройка всех гражданских сооружений Московско-Курской ж[елезной] д[ороги]». Далее следует немаловажное дополнение: «Служа в М[инистерст]ве Вн[утренних] Дел, он одновременно состоял при М[инистерст]ве Народного Просв[ещения] и при обер-прокуроре Св[ятейшего] синода»[5]. Отметим, что работа параллельно в трех ведомствах (по строительной части) требует большой дисциплины, ответственности и самоотдачи. Следующий содержательный источник дает нам информацию о других постройках инженер-архитектора до приезда в Томск. В 1870-х гг. «заканчивал строительство церкви Владимира в Херсонесе (по проекту Д.И. Гримма)». Вероятно, был причастен к строительству «лютеранской церкви в Дерпте (Тарту)» [4, с. 296]. Таким образом, М.Г. Арнольд на начало 80-х гг. XIX в. имел за плечами, как он сам писал в 1881 г. в газетной публикации, «понятия и взгляды, выработанные двадцатилетней технической и строительной опытностью»[6]. Он был вполне известен среди коллег и как ученый по расчету инженерных конструкций, и как техник-строитель с достаточно обширной *успешной* проектно-строительной практикой в Российской империи.

Решением министра Народного просвещения от 16 марта 1880 г. М.Г. Арнольд был утверждён в составе Строительного комитета по возведению зданий Сибирского университета в Томске. Выбор этой кандидатуры со стороны

[4] Барановский Г.В. Юбилейный сборник… С. 13.
[5] Там же.
[6] Сибирь (Иркутск). 1881. № 15. 19 апреля.

министерства произошел не случайно. Во-первых, М.Г. Арнольд с 1868 г. состоял в штате Техническо-строительного комитета Министерства внутренних дел. Во-вторых, его рекомендовал автор проекта зданий Сибирского университета архитектор академик А.К. Бруни, которому М.Г. Арнольд был знаком как по его архитектурно-строительным работам, так и по его научным публикациям (статьям в архитектурном журнале «Зодчий»)[7]. В профессиональной периодике инженер-архитектор публиковался с 1872 г. в основном на темы инженерных расчётов в строительстве[8]. Более того, академик знал, что Санкт-Петербургское общество архитекторов поручило М.Г. Арнольду восстановление после строительной катастрофы Троицкого собора в Томске. Инженер-архитектор после контактов с томским купцом Е.И. Королёвым взялся за это дело. Сам же А.К. Бруни отказался ехать в Томск: он был очень востребован в столице, поскольку вел в это время сооружение нескольких объектов. Выполнив проект Сибирского университета, получив за него оплату и найдя исполнителя проектных решений, академик посчитал свою работу полностью выполненной.

Прибытие М.Г. Арнольда в Томск в начале апреля 1880 г. было воспринято городской общественностью как возможность успешно осуществлять восстановление Троицкого собора и профессионально выполнять реализацию проекта университета. Журнал «Зодчий» писал: «Нет сомнения в том, что строитель храма св. Владимира в Херсонесе, окончивший эту замечательную постройку с таким блеском и совершенством техники, доведёт до конца вновь порученные ему сооружения с тем же, свойственным ему, знанием дела»[9].

Известно, что первые начальные подготовительные работы всегда много значат в любом деле, а в строительстве особенно. М.Г. Арнольд понимал, что возведение университета требовало от него не только высокой профессиональной отдачи, но и большой гражданской ответственности. В этой связи представляется весьма актуальным реконструировать фактические данные деятельности первого строителя университета в Томске, инженер-архитектора М.Г. Арнольда, дать его делам всестороннюю и, насколько возможно, взвешенную профессиональную характеристику и оценку.

Как член Строительного комитета М.Г. Арнольд проработал на строительстве университета в Томске с апреля по декабрь 1880 г., т. е. практически девять месяцев. Журнал Строительного комитета протокольно зафиксировал его участие в 25 (из 28) заседаниях начиная с 3 июня и до конца 1880 г. Собрания комитета проходили примерно два раза в неделю под председательством исполняющего обязанности томского губернатора В.И. Мерцалова (рис. 1).

М.Г. Арнольд проявлял весьма активное участие в работе Строительного комитета, почти всегда вносил письменные или устные обращения для выработки решений. Он был одним из самых частых докладчиков на заседаниях. Уже в первом собрании из шести вопросов он докладывал по трём[10]. А 5 июля

---

[7] Сибирская газета (Томск). 1882. № 7. 14 января. «Академик А.К. Бруни, узнав о сделанном мне г. Королевым приглашении и намерении моем ехать в Томск, предложил мне заодно принять на себя и заведование постройкой университета».

[8] Зодчий. 1872. №. 4–6; 1873. № 10–11; 1874. № 1–2.

[9] Там же. 1880. №. 5–6. С. 48.

[10] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. 3 июня. № 1.

1880 г. в журнале было записано его имя по одиннадцати вопросам, т. е. почти по всем, обсуждавшимся на заседании[11]. Всего, по нашим подсчётам, он внёс свыше 120 предложений самого разного порядка. Абсолютное большинство из предлагаемых им решений было принято к исполнению или к сведению. В сгруппированном нами виде они имели следующие разделы: 1) участие в решении вопросов приёмки, оценки состояния земельных участков, их геодезической фиксации и подготовки к застройке; 2) оценка наличия рынка строительных материалов, исчисление потребности в их номенклатуре, объёмах и оценке качества (подготовка «проектов кондиций»); 3) поиск поставщиков строительных материалов, заключение договоров с ними, доставка, складирование и хранение; 4) непосредственная организация общестроительных работ, основных и вспомогательных; 5) архитектурно-строительная и техническонадзорная деятельность.

Рис. 1. Угловые логотипы бумажных бланков: Комитета по постройке зданий Сибирского университета в г. Томске и Строителя Сибирского университета М.Г. Арнольда. Оригинальная подпись М.Г. Арнольда

Предварительные сметные расчеты, сделанные в проекте А.К. Бруни, предполагали потребность в следующих объемах строительных материалов для главного здания университета: кирпич – 15 млн штук; древесина – 30 тыс. бревен; бутовый камень для фундаментов – 1000 куб. саженей (около 9,7 тыс. м^3)[12]. Обеспечение таких строительных объемов являлось главной задачей Строительного комитета, а в особенности техника-строителя. Много времени затратил М.Г. Арнольд на изучение наличия рынка стройматериалов, а именно: кирпича, бутового камня, леса, песка, извести и др. Строительный рынок Томска на лето

[11] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. 5 июля. № 6.

[12] Мерцалов В.И. Мимоходом. Моя губернаторская эпопея // Русская старина. 1917. Т. 171. С. 50. Объем строительных материалов и цены на них постоянно пересчитывались и уточнялись, вносились изменения как в проект, так и в смету.

1880 г. его не удовлетворил категорически. «Строительная энергия Томска была слаба», – такую образную оценку позже дал сибирский ученый Г.Н. Потанин[13].

Особенно встревожило М.Г. Арнольда наличие в городе множества маломощных заводов по производству кирпича. В Томске в это время существовало около тридцати кирпичных частных хозяйств, поставлявших на рынок строительных материалов кирпич ручной выделки, – даже в совокупности они не могли бы удовлетворить потребность грандиозной стройки. Инженер-архитектор отчетливо представлял преимущества машинного производства кирпича в современных технологиях. По вычислению М.Г. Арнольда, общая необходимость в количестве этого первостепенного строительного материала составляла 14 млн, а для главного здания – 9,3 млн штук. Инженер-архитектор уже на втором заседании весьма компетентно представил техническое обоснование строительства специального кирпичного завода с зимним производством и машинной «формовкой», который мог бы бесперебойно снабжать университетскую стройку. М.Г. Арнольд показал преимущества такого производства, произвел расчёты основных параметров по площадям, объёмам, количеству рабочих и др. Предварительно им было изыскано и предложено место для завода – «за женским монастырем, между дорогой в военный лагерь и почтовым трактом в с[ело] Спасское»[14] по р. Томи, в полутора верстах от стройки университета[15]. Как преимущество он отметил также высокое качество глины и удобство ее неглубокого залегания.

На это заседание Строительного комитета был приглашён купец первой гильдии, опытный в предпринимательских делах П.В. Михайлов. Он предложение в принципе не отрицал, но решил получить информацию от своих столичных комиссионеров и доложить о решении на очередном заседании. По воспоминаниям В.М. Флоринского, М.Г. Арнольд «настаивал на том, чтобы комитет построил собственный кирпичный завод для летней и зимней машинной выделки по пяти миллионов кирпичей в год»[16] и достаточной мощности. Его предложение не было принято. Аргументы: дело очень хлопотное, будет отвлекать и средства, и людей, и потребует много времени. Главное – нет специалиста, кроме М.Г. Арнольда, и в этом случае он будет и поставщиком, и контролёром качества для самого себя, что явно ненормально. Однако заслугой М.Г. Арнольда, по нашему мнению, может считаться привнесение им первым в Томск инженерно-строительных расчётов новой, фабричного типа, технологии кирпичного производства, передовой на то время в Европе и Европейской России.

Вопрос о кирпиче и позже был самым актуальным и частым на заседаниях Строительного комитета. В результате только в ноябре было принято предложение купцов З.М. Цибульского и П.В. Михайлова, которые на ряде льготных условий готовы были взяться за строительство крупного кирпичного

---

[13] Потанин Г.Н. Заметки и воспоминания В.М. Флоринского // Сибирская жизнь. 1906. № 220. 1 ноября.

[14] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. 10 июня. № 2; Сибирская газета. 1881. № 21. 19 июля.

[15] Именно эта территория была позже выделена городским управлением для кирпичного завода П.В. Михайлова.

[16] Флоринский В.М. Заметки и воспоминания // Русская старина. 1906. Апрель-июнь. Том 126. Санкт-Петербург, 1906. С. 281.

завода машинной или ручной выделки с обещанием поставлять 3 млн штук в год с обусловленными требованиями к материалу и поставкой с июня 1882 г. М.Г. Арнольд участвовал в изысканиях места для кирпичного завода, осуществлял проверку качества глины. По поручению Строительного комитета вместе с томским землемером делал геодезическую съемку местности для завода[17]. Завод начал давать только часть продукции в 1882 г., «а машинное производство кирпича началось лишь в 1890 г., когда университет был уже открыт» [1, с. 86]. Заготовка кирпича на 1881 г. прошла «раздробительно» между существующими городскими заводчиками. За лето 1882 г. томские заводы сумели выработать свыше трёх миллионов штук кирпича[18].

Намного проще обстояло дело с бутовым камнем, его запасы, по причине наличия обнажений горных пород по местным рекам, были вполне удовлетворительными. Однако не везде. По воспоминаниям В.И. Мерцалова, М.Г. Арнольд докладывал, что «назначенная по смете на фундаменты Заварзинская бутовая плита по тщательному испытанию оказалась негодною»[19]. Карьерная разработка и доставка камня облегчались с помощью использования дешевого труда заключенных Томских арестантских рот. М.Г. Арнольд подготовил «кондиции» – технические требования к бутовому камню, по которым впоследствии осуществлял его приемку[20].

Строительному комитету удалось решить добычу и доставку потребного количества извести с руководством Алтайских горных заводов, а также вырубку леса без попённой платы[21] на дрова для ее обжига. Известь была приобретена «в запас», для её складирования под руководством М.Г. Арнольда были выстроены два сарая размером 10 на 4 саж. (в современном исчислении – 8,5 на 21,3 м). Их общая площадь составила более 360 квадратных метров[22].

Значительное время М.Г. Арнольд потратил на обеспечение строительства песком. В достаточном количестве кондиционный кварцевый песок им был обнаружен только на левом берегу р. Томи. Произведенные инженер-архитектором пробы доказали, что именно этот песок можно использовать в кладочном растворе, получив в результате экономию средств, рабочей силы и материала[23]. Другой задачей стала доставка песка к месту строительства, поскольку прямого подвоза грузов от реки к стройке не было. М.Г. Арнольд предложил инженерное решение – построить подъемную дорогу (взвоз) от берега до строительной площадки, с которым согласился Строительный комитет. М.Г. Арнольдом были сделаны расчеты объема грунтовых работ, составлен проект самой дороги и деревянного моста через болотистую местность, найдены подрядчики[24].

---

[17] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 10. 18 августа.
[18] Сибирская газета. 1882. № 34. 18 октября.
[19] Мерцалов В.И. Мимоходом. Моя губернаторская эпопея // Русская старина. 1917. Т. 171. С. 54–55.
[20] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 6. 5 июля; 1880. № 7. 8 июля.
[21] Попённая (или корневая) плата – налог за древесину, который взимается с лесозаготовителей при всех видах заготовки леса рубкой «на корню».
[22] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 8. 26 июля; 1880. № 10. 18 августа.
[23] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 8. 26 июня; 1880. № 6. 5 июля; 1880. № 16. 3 октября.
[24] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 17. 23 октября.

Большая потребность начинающегося строительства была в лесоматериалах. В Сибири, как лесном краю, это не стало серьезной проблемой, хотя трудности с разными поставщиками и ценами были. Значительный объём леса «с некоторыми огрехами» был приобретён у известного купца Е.И. Королёва, а также у ряда других более мелких подрядчиков[25]. В данном деле М.Г. Арнольд решал проблемы со складированием и распиловкой брёвен на определённое количество потребного сортимента: плахи, брусья, доски и др.

Во всех подрядных работах М.Г. Арнольд по поручению Строительного комитета представлял заказчика, готовил проекты условий для принятия работ от исполнителей, оформлял договоры (в то время назывались «подписками»), определял и соответствие «кондициям» (техническим требованиям), условия доставки и складирования[26]. Фактически, используя современную терминологию, исполнял обязанности снабженца и прораба – производителя строительных работ.

М.Г. Арнольд был единственным членом Строительного комитета, у которого был штат сотрудников, работу которых он планировал, организовывал и проверял. Помощником ему (по вольному найму) был принят специалист с высшим техническим образованием, гражданский инженер Томской губернской строительной комиссии А.П. Бетхер, который начал работу с 18 июня 1880 г.[27] Наняты были также чертёжники, рабочие, сторожа; с трудом, но найден десятник с опытом производства построек, позже был принят на работу «смотритель материалов».

М.Г. Арнольд активно обжил двухэтажный деревянный дом в роще, купленный у Общественного собрания города, – летний театр. Он разместил в нём «строительную чертёжную» – организовал отопление, освещение, хранение чертежей, инструментов и др. Там была оборудована квартира смотрителя материалов и позже – общежитие рабочих. Для чертёжной М.Г. Арнольд заказал и получил необходимые приборы из Санкт-Петербурга от известных специализированных фирм «Рихтер» и «Беггер»[28]. Через полгода В.М. Флоринский вспоминал эту благоустроенность с положительной оценкой[29].

Строительный комитет на своём заседании 31 октября 1880 г. заслушал, обсудил и утвердил отчёт о деятельности Комитета за пять месяцев, с 3 июня по 1 ноября[30]. В нём отражена деятельность по следующим семи разделам: 1) О принятии от Томской думы земли для университета; 2) Об очистке и планировке местности, предназначенной для возведения зданий университета; 3) Предположения о распределении главнейших работ; 4) Заготовка строительных материалов (кирпич, лес, известь, бутовой камень и песок); 5) О покупке деревянного здания от Томского общественного собрания; 6) Об устройстве взвоза в университетскую рощу;

---

[25] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 10. 18 августа.
[26] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 4. 23 июня; 1880. № 22. 28 ноября; 1880. № 6. 5 июля; 1880. № 16. 3 октября.
[27] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 23. 23 июня. Биографические данные о нём см.: Залесов В.Г. Архитекторы Томска (XIX – начало XX века). Томск: Изд-во ТГАСУ, 2004. С. 98.
[28] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 6. 5 июля; 1880. № 10. 18 августа; 1880. № 11. 28 августа; 1880. № 14. 19 сентября; 1880. № 21. 22 ноября; 1880. № 22. 28 ноября; 1880. № 23. 10 декабря; 1880. № 28. 31 декабря.
[29] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1881. № 49. 4 июля.
[30] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 22. 31 октября.

7) Краткое описание строительных работ. И восьмым пунктом значилось: «О техническом надзоре за работами и деятельности онаго».

Во всех перечисленных разделах М.Г. Арнольд принимал действенное участие, но последний представляет особый интерес. В нем отмечены не только непосредственный надзор за производственными работами, но и подготовка детальных чертежей частей главного университетского здания, в которых учтены указания члена Комитета В.М. Флоринского об изменениях от первоначального проекта. Проведено снятие с натуры точного детального плана местности, отведённой для университета, с нанесением на него всех естественных особенностей рельефа (рис. 2).

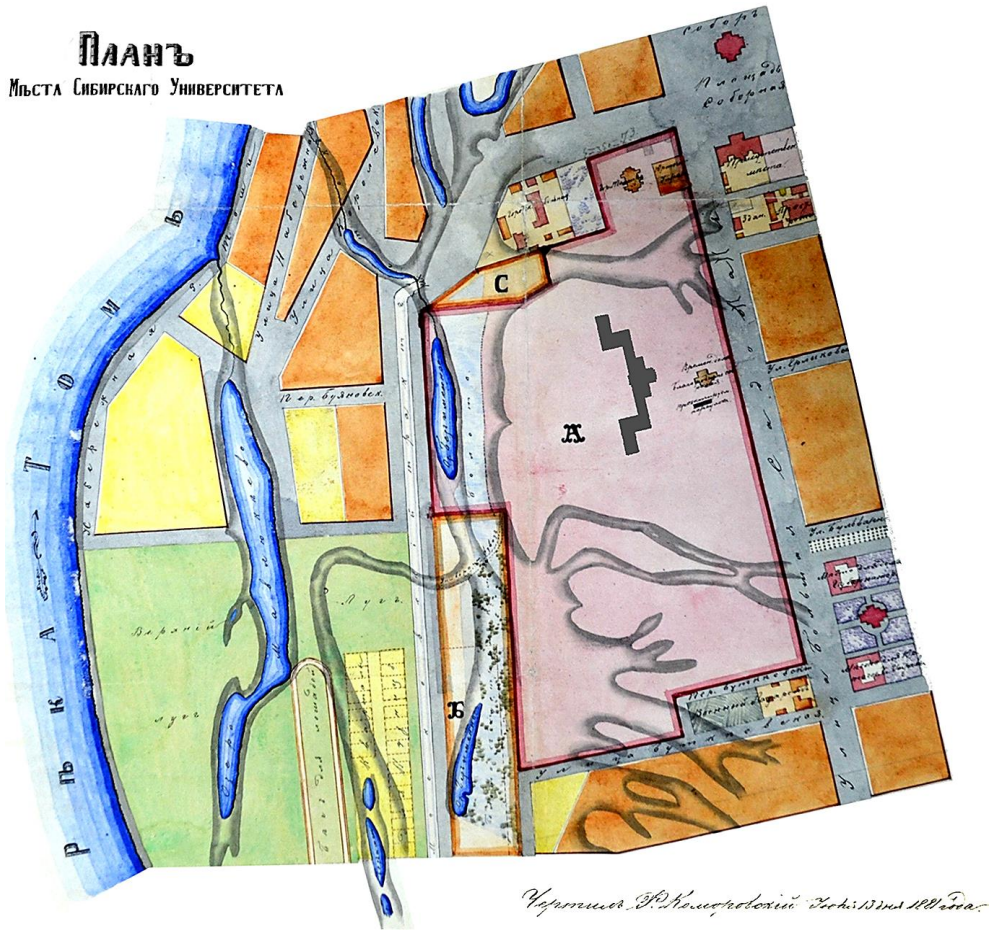


Рис. 2. «План места Сибирского университета. 1881 г.» в структуре г. Томска. Территория, имеющая площадь более 89 тысяч квадратных саженей (около 40,7 га), была дарована Сибирскому университету Томским городским управлением в 1876–1877 гг. Показана современная привязка местоположения главного корпуса

Проведена подробная по продольной и поперечной осям инструментальная съемка местности и составлен нивелировочный план. Этот план впослед-

ствии был востребован «не только при постройке различных зданий университета, но и при распланировании Ботанического сада, при проведении проездов и дорог, при водоснабжении и при заложении системы стоков...». В заключении этого раздела дана положительная оценка деятельности М.Г. Арнольда как техника-строителя, с которой согласились все присутствующие на заседании. В конце отчёта было записано: «В настоящее время в чертёжной строителя приготовляется, кроме снятых за лето с натуры плана и детальных нивелированных профилей, исполнительные детальные чертежи для работы предстоящего лета и составляются по общим предварительным сметам исчисления на потребные материалы и работы»[31].

Непосредственно строительные работы 1880 г., т. е. в период деятельности М.Г. Арнольда как строителя зданий в обобщённом виде изложил В.М. Флоринский. Он дал их во временной последовательности, разделив на основные и вспомогательные. Из *вспомогательных* работ им выделены: два колодца «для водоснабжения работ»; сооружение забора вокруг стройки (55 погонных саженей или 117 погонных метров); постройка двух сараев для хранения извести и других материалов (общая площадь около 360 м^2); устройство взвоза от р. Томи «с мостом по болотистому месту» (длина – 160 погонных саженей или 341 погонный метр)[32].

Для того чтобы более детально и полно определить вклад М.Г. Арнольда как строителя здания университета, акцентируем внимание на *основных* строительных работах. Известно, что городская березовая роща, где предполагалось выстроить университет, представляла собой лесистую местность с двумя оврагами, в которой еще в начале XIX в. были проложены прогулочные аллеи[33]. Для подготовки строительной площадки М.Г. Арнольду предстояло освободить от деревьев значительный участок этой березовой рощи. Вырубка деревьев была произведена на пространстве трёх десятин, что в современном исчислении составляет около 3,28 га. Вырубленный березовый лес был распилен на дрова. Организация строительной площадки включает в себя такие виды работ, как инструментальная подготовка территории, ее вертикальная планировка и привязка объекта строительства в пространстве, определение на местности геометрических габаритов здания. Именно эти работы, также произведенные инженер-архитектором, позволили приступить к устройству фундаментов и кладке основания стен.

По сообщению В.М. Флоринского, в 1880 г. Строительным комитетом и М.Г. Арнольдом как строителем была произведена «выемка части рвов для фундамента» в средней части главного здания в размере 230 куб. саж. (в современном исчислении было вырыто более 2,2 тыс. кубических метров земли). В эти траншеи был уложен собственно фундамент – бутовый камень «на густом известковом растворе» в объеме 55 куб. саж., или 534 м^3. Затем была начата кирпичная кладка стен[34] «Положено *в обратные арки* (выделено нами. – *В.З. и Г.З.*),

[31] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 29. 31 октября.
[32] Историческая записка о возникновении в Сибири университета. Томск, 1888. С. 26–27.
[33] «Роща эта замечательна… тем, что она была планирована во время пребывания в Томске графа М.М. Сперанского инженером Батеньковым, состоявшим для особых поручений при Сперанском». См.: Всемирная иллюстрация. 1881. Т. XXV. № 4. 24 января. С. 66–67.
[34] Историческая записка… С. 27.

выведенные в фундамент под входным портиком здания для надлежащего распределения груза кирпичей на известковом растворе 9 500 штук»[35].

Таким образом, профессиональная деятельность М.Г. Арнольда весной – осенью 1880 г. имела отношение к строительным работам так называемого нулевого цикла, которые относились к средней части главного здания. Более точно – касалась устройства фундаментов под центральную часть входного портика, которые на главном фасаде образуют три арочных проема входного портала. Именно с этого места было начато грандиозное строительство, и именно здесь был сооружен праздничный павильон и совершена торжественная церемония закладки здания (рис. 3, 4).

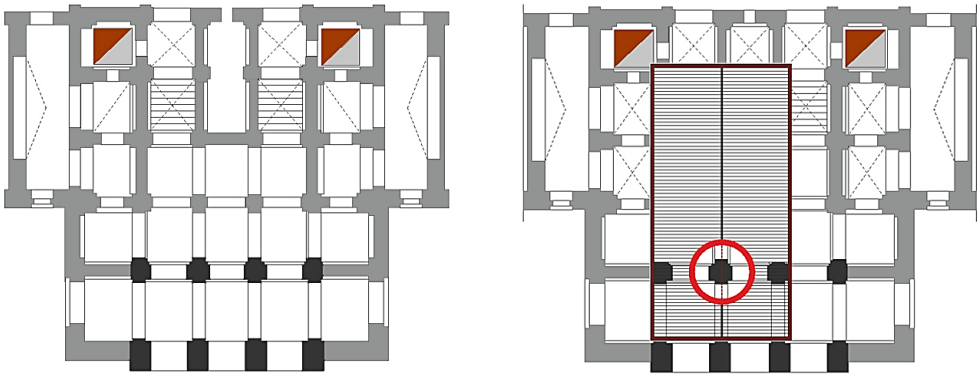


Рис. 3. План подвального этажа центральной части главного корпуса университета. На первом чертеже черным цветом выделены фундаменты входного портика, выстроенные М.Г. Арнольдом к торжественной закладке здания. На втором чертеже графически реконструировано местонахождение павильона для торжественной закладки здания (вертикально вытянутый прямоугольник) и указано места закладки камня и медной памятной доски (красная окружность). Авторская реконструкция

В вышеназванных отчётах Строительного комитета отсутствует информация о работе инженер-архитектора в связи с «торжеством заложения» университета, а для него здесь хлопот было достаточно[36]. М.Г. Арнольд был включён в состав организационной «думской» комиссии[37]. Им был полностью продуманы архитектурно-планировочный сценарий и художественное оформление торжеств. На фундаментах, которые были заложены под входным портиком, им был запроектирован и построен временный деревянный павильон («шатер»), стоящий на четырнадцати колоннах и перекрытый на два ската деревянными стропильными фермами. «По одной стороне павильона была устроена кафедра, против же, на

[35] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 20. 31 октября. *Обратные (*или разгрузочные*) арки* – кирпичные арки, устраиваемые в теле фундамента при отсутствии нагрузки на отдельных участках фундаментов (там, где выше имелись проемы) для предотвращения его разрушения в результате давления грунта. М.Г. Арнольдом в данном случае обратные арки были установлены на участке фундамента, расположенном под тремя арочными проемами входного портика.

[36] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1889. № 3. 14 июня; 1880. № 11. 28 августа.

[37] Флоринский В.М. Заметки и воспоминания // Русская старина. 1906. Апрель-июнь. Том 126. Санкт-Петербург, 1906. С. 312.

другой стороне, был помещён портрет государя Императора, окруженный гирляндами живых цветов. Здесь же были развешены чертежи университетских зданий. Колонны и карнизы павильона украшены гирляндами зелени и цветов. Над местом постройки были водружены на длинных шестах флаги»[38].

Рис. 4. Торжество закладки Сибирского университета 26 августа 1880 г. Перед павильоном справа отчетливо виден фрагмент фундамента здания с обратными арками входного портика центрального ризалита здания. Фото из альбома «Императорский Томский университет 1880–1892 гг.»

Г.Н. Потанин оставил красочное описание торжества «заложения краеугольного камня»: «Все это совершилось перед толпой, какая собиралась в Томске только по случаю проезда великих князей. Площадка, вырубленная внутри рощи, где все это происходило, была уставлена мачтами с флагами. В одном углу ее рисовалась картина «Ермак, скачущий на коне», под ним надпись: «Завоевание Сибири 1580 г. – Сибирский университет 1880 г.». Другой транспарант изображал вензель императора, на третьем была изображена доска, которую положили под кирпичи при закладке»[39].

[38] Описание празднества, бывшего в Томске 26 и 27 августа 1880 г. по случаю закладки Сибирского университета. Томск, 1888. С. 3; НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 11. 28 августа; 1880. № 15. 20 сентября.

[39] Потанин Г.Н. О торжествах при закладке Сибирского университета в Томске. Письмо в газету «Сибирь» // Литературное наследство Сибири. Т. 7. Новосибирск, 1986. С. 239.

Особо отметим, что, вероятнее всего, по инициативе М.Г. Арнольда в павильоне были размещены проектные чертежи академика А.К. Бруни: генеральный план, главный и боковые фасады, поэтажные планы и конструктивные разрезы. Публика могла детально ознакомиться с предстоящей постройкой, получить необходимые пояснения, сориентироваться на местности. В своей речи на торжественном акте закладки М.Г. Арнольд дал этим чертежам комментарии, характеризовал архитектурно-строительную сторону предстоящего грандиозного дела.

Это был, пожалуй, первый в истории города случай, когда перед большой публикой томичей звучала речь столичного архитектора и демонстрировались архитектурные чертежи строящегося здания. М.Г. Арнольд кратко раскрыл архитектурно-планировочные и инженерно-технические особенности этого значимого и необычного для города объекта. Основную часть здания планировалось выстроить в два этажа с подвалом. Центральную часть с двусветными церковью и залами для библиотеки и торжественных актов по обеим ее сторонам, а также боковые (правый и левый) жилые флигели для профессоров предстояло сделать трехэтажными. Среди других особенностей: «пневматический обогрев» – система печного воздушного отопления, «несгораемые лестницы» – пожаробезопасные лестницы из несгораемых материалов, паркетные и частью мозаичные (плиточные) полы, внизу – сводчатые подвалы с печами. Обратил внимание он на «тяжёлую борьбу с климатом», т. е. на те меры, которые предусматривались в проекте с учетом сибирского климата. Особо изложил перспективные планы, предусматривающие устройство анатомического корпуса, «ботанического отдела» с ботаническим садом, дома для кафедры астрономии «с практической обсерваторией», местного водоснабжения и газового освещения.

Красноречиво М.Г. Арнольд описал и внешний облик здания, подчеркивая его скромность и экономичность. «Будущая… державная царица области знания, наука» не требует для себя «ни наружного блеска и роскоши, ни дорогих и редких материалов, ни ненужных украшений, а требует полного удобства… в известной мере полного комфорта для труда, для усидчивой ученой работы». Потому предусмотрен «достаточный простор помещений, обилие света и воздуха». «Университетские здания отнюдь не грешат излишеством». По словам М.Г. Арнольда, архитектуру здания, как храма науки, должны отличать от других сооружений «величественная красота наружных форм… серьезная, строгая красота линий». Этого «требует и присущее цивилизованному обществу чувство высшего приличия и не подлежащие отрицанию вечные законы изящного»[40].

Анализируя вклад М.Г. Арнольда в первые начальные дела возведения здания университета, исходя из записей в журнале и из отчёта Строительного комитета за пять месяцев, можно убедиться**,** что в основном его деятельность была разнообразной, плодотворной, результативной. Особо стоит отметить, что техническо-надзорная и архитектурно-строительная части её получили официально положительную оценку всех членов комитета. Добавим и такую заслугу М.Г. Арнольда, как составление сметы к проекту академика А.К. Бруни по постройке здания астрономического дома [10, с. 96].

[40] Описание празднества… С. 29–41.

В записях журнала Строительного комитета (с 4 июня по 10 декабря 1880 г.) к М.Г. Арнольду официально не зафиксировано никаких замечаний, кроме одного, исходящего от исполняющего обязанности губернатора В.И. Мерцалова, за «совершенно неудовлетворительно» сделанный *плетень (!? – В.З. и Г.З.)*: на этот факт М.Г. Арнольд дал квалифицированное пояснение[41]. Строитель был вынужден вступать в разные конфликты с подрядчиками, поставщиками материалов и даже с членами комитета. Один из таких конфликтов стал решающим в его судьбе, когда он, единственный из членов Строительного комитета, не согласился в принципе с решением по поводу строительства томскими купцами и известными гражданами З.М. Цибульским и В.П. Михайловым крупного кирпичного завода[42]. Письмом от 3 декабря 1880 г. в Министерство народного просвещения он дал подробные пояснения своего несогласия и выразил желание быть уволенным от обязанностей члена Строительного комитета[43]. Как он позже сам писал: «Я постройкою университета с 18 декабря [1880 г.] не заведую»[44].

Так закончилась карьера первого строителя Томского университета инженер-архитектора Максимилиана Георгиевича Арнольда. В истории строительства университета его имя должно занять достойное место. След его, как начавшего возведение здания по проекту академика А.К. Бруни, остался в Томске, хотя и не виден зримо, не очевиден материально. Сооружение университета было начато со всей логистикой строительного дела, свойственной для конца XIX в.: инженерная подготовка территории, геодезическая привязка и разметка объекта на местности, закладка основания фундаментов и кладка их каменных стен, изыскание, заготовка и доставка строительных материалов, обеспечение инженерного сопровождения строительства в виде «исполнительных чертежей», организация самих строительных работ и их контроль, отношения с подрядчиками, поставщиками, рабочими и др.

В сентябре 2020 г. исполняется 140 лет со времени торжественного заложения «краеугольного камня» и медной памятной доски в здание университета. На этой доске была выгравирована надпись: «Лета от Рождества Христова тысяча восемьсот восьмидесятого Августа в двадцать шестой день… заложено сиё здание Сибирского Университета. …Первый камень сооружения, воздвигаемого по планам архитектора академика Александра Константиновича Бруни, положен под сею доскою в управление Министерством Народного Просвещения Тайного Советника Андрея Александровича Сабурова, в присутствии членов Строительного Комитета: исправляющего должность Томского губернатора Василия Ивановича Мерцалова, Председателя Томского губернского правления Александра Ипполитовича Дмитриева-Мамонова, Томского городского головы Коммерции Советника Захария Михайловича Цибульского, ординарного профессора Императорского Казанского Университета Василия Марковича Флоринского и строителя сего здания инженер-архитектора Максимилиана Юрьевича Арнольда»[45].

---

[41] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 17. 23 октября.
[42] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 21. 22 ноября.
[43] НБ ТГУ. ОРКП. Журнал СК. 1880. № 27. 23 декабря.
[44] Сибирь (Иркутск). 1881. № 15. 19 апреля.
[45] Описание празднества… С. 3–4.

Через полгода строительство университета продолжит молодой гражданский инженер Павел Петрович Наранович.

Библиографический список

1. *Некрылов С.А.* Томский университет – первый научный центр в Азиатской части России (середина 1870-х гг.– 1919 г.) / науч. ред. С.Ф. Фоминых. Томск : Изд-во Томского университета, 2010. 514 с.
2. *Залесов В.Г.* Императорский Томский университет: проект архитектора Э.И. Эзета 1876 года // Баландинские чтения : сб. статей. Новосибирск : НГАХА, 2015. Т. X. Ч. 1. С. 216–221.
3. *Залесов В.Г.* Архитектор Эрнест Жибер и его альтернативный проект Томского университета // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 6 (59). С. 109–118.
4. *Борисова Е.А.* Русская архитектура второй половины XIX века. Москва : Наука, 1979. С. 296.
5. *Залесов В.Г., Манонина Т.Н.* Биографический словарь архитекторов Томска (часть 1) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2001. № 1 (5). С. 56.
6. *Лобанов В.Г.* Старая Чита. Чита, 2001. 336 с.
7. *Слабуха А.В.* Архитекторы Приенисейской Сибири. Конец XIX – начало XXI века. Москва : Прогресс-Традиция, 2004. С. 309.
8. *Зодчие Москвы* времени эклектики, модерна и неоклассицизма (1830-е – 1917 годы). Москва : КРАБиК, 1998. С. 21.
9. *Дунбинский И.А.* Строительный комитет по возведению зданий Сибирского университета в городе Томске в воспоминаниях и письмах современников // Вестник Томского государственного университета. История. 2019. № 60. С. 5–10.
10. *Залесов В.Г.* Архитекторы Томска (XIX – начало XX века.). Томск : Изд-во ТГАСУ, 2004. 170 с.

References

1. *Nekrylov S.A.* Tomskij universitet – pervyj nauchnyj centr v Aziatskoj chasti Rossii (seredina 1870-h gg.–1919 g.) [University as the first scientific center in the Asian part of Russia (1870–1919)]. S.F. Fominykh, ed., Tomsk: TSU, 2010. 514 p. (rus)
2. *Zalesov V.G.* Imperatorskij Tomskij universitet: proekt arhitektora E.I. Ezeta 1876 goda [Imperial Tomsk University: The 1876-year Project by an architect E.I. Ezet]. Balandinskie chteniya. Sbornik statei (*Coll. Papers in memory of S.N. Balandin 'Balandin Readings'*). Novosibirsk, 2015. V. 10. Pp. 216–221. (rus)
3. *Zalesov V.G.* Arhitektor Ernest Zhiber i ego al'ternativnyj proekt Tomskogo universiteta [Architect Ernest Gibert and his alternative project of Tomsk State University]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2016. No. 6 (59). Pp. 109–118. (rus)
4. *Borisova E.A.* Russkaya arhitektura vtoroj poloviny XIX veka [Russian architecture late in the 19th century]. Moscow: Nauka, 1979. 296 p. (rus)
5. *Zalesov V.G., Manonina T.N.* Biograficheskij slovar' arhitektorov Tomska (chast' 1) [Biographical dictionary of Tomsk architects. Part I]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2001. No. 1 (5). P. 56. (rus)
6. *Lobanov V.G.* Staraya Chita [Old Chita]. Chita, 2001. 336 p. (rus)
7. *Slabukha A.V.* Arhitektory Prienisejskoj Sibiri. Konec XIX – nachalo XXI veka [Architects of the Yenisei Siberia late in the 19th and early 21st century]. Moscow: Progress-Traditsiya, 2004. P. 309. (rus)
8. Zodchie Moskvy vremeni eklektiki, moderna i neoklassicizma (1830-e – 1917 gody). [Moscow architects of eclecticism, modern and neoclassicism (1830–1917)]. Moscow: KRABiK, 1998. P. 21. (rus)
9. *Dunbinskij I.A.* Stroitel'nyj komitet po vozvedeniyu zdanij Sibirskogo universiteta v gorode Tomske v vospominaniyah i pis'mah sovremennikov [Committee for Construction of Siberian University Buildings in Tomsk in memories and letters of contemporaries]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Istoria*. 2019. No. 60. Pp. 5–10. (rus)

10. *Zalesov V.G.* Arhitektory Tomska (XIX – nachalo XX veka) [Architects of Tomsk (the 19–20th centuries)]. Tomsk: TSUAB, 2004. 170 p. (rus)

Сведения об авторах

Залесов Валерий Геннадьевич, канд. архитектуры, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, vzal@tsuab.ru

Залесов Геннадий Михайлович, канд. ист. наук, доцент, Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, gmzalesov@gmail.com

Authors Details

Valery G. Zalesov, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., Tomsk, 634034, Russia, vzal@tsuab.ru

Gennady M. Zalesov, PhD, A/Professor, Tomsk State University, 36, Lenin Ave., Tomsk, 634034, Russia, gmzalesov@gmail.com

УДК 72.03 DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-23-36

Н.У. БАБИНОВИЧ, Е.В. СИТНИКОВА,
Томский государственный архитектурно-строительный университет

ОСОБЕННОСТИ КЛАССИЦИЗМА В ЗАСТРОЙКЕ ГОРОДОВ РОССИИ И СИБИРИ

В статье рассматриваются общие тенденции развития классицизма в архитектуре городов России и Сибири. Изучены предпосылки развития классицизма, на конкретных примерах, известных памятниках архитектуры рассмотрены основные характеристики стиля. Актуальность исследования обусловлена проблемами сохранения исторической застройки в городах России, утратой отдельных ценных элементов зданий. Обладающая строгими лаконичными формами, архитектура классицизма, получившая широкое распространение в XIX в. во всех городах страны, долгое время признавалась фоновой застройкой и более всего была подвержена уничтожению в советский период. В настоящее время эти объекты стали редкими образцами, несущими информацию о целой архитектурной эпохе. Несмотря на широкий круг авторов, занимавшихся изучением архитектуры классицизма в городах России, классицистическая архитектура сибирских городов, в частности г. Томска, изучена недостаточно.

Цель статьи – изучить этапы развития классицизма в столичных городах России и распространение его в города Сибири. В статье применены методы сравнительного и архитектуроведческого анализа. На конкретных примерах рассмотрено, как в городах России, и в частности губернском городе Томске, активно проектировали и строили по «высочайше утверждённым проектам» основные общественные здания.

В результате исследования установлено, что классицизм, пройдя основные этапы своего формирования, к середине XIX в. стал общегосударственным стилем. Необходимость в строительстве зданий государственного назначения во всех губернских городах обширной страны, появление новых типов зданий, таких как магистраты, присутственные места, банки, биржи и т. д., привели к смене архитектурно-художественного направления. Применение «образцовых» проектов позволяло в сжатые сроки проводить в широких масштабах экономичную и технически грамотную застройку, что способствовало созданию стилевой целостности русских городов.

Ключевые слова: архитектурный стиль; классицизм; регулярная планировка; образцовое строительство; архитектурный облик; города России; Сибирь.

Для цитирования: Бабинович Н.У., Ситникова Е.В. Особенности классицизма в застройке городов России и Сибири // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 23–36. DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-23-36

N.U. BABINOVICH, E.V. SITNIKOVA,
Tomsk State University of Architecture and Building

CLASSICISM AND CITY PLANNING IN RUSSIA AND SIBERIA

The paper considers the general trends in classicism and city planning in Russia and Siberia. The prerequisites for the classicism development are studied on the example of the famous architectural monuments; the main style characteristics are considered. This study concerns the problems of preserving historic buildings in the cities of Russia and the loss of valuable building elements. Classical architecture offers simple clean design widely used in the 19th century and recognized as a background building in all cities of the country. It was most of all subject to

© Бабинович Н.У., Ситникова Е.В., 2020

destruction during the Soviet period. At present, these objects are rare and identify the architectural era. Although many authors study classicism in the cities of Russia and Siberia, the city of Tomsk has not been studied enough.

Comparative and architectural analyses are used to study the classicism development in the capitals of Russia, Siberia and in Tomsk, in particular. It is shown how the main public buildings are designed and built in the cities of Russia and in the city of Tomsk in accordance with the approved projects.

It is shown that having passed the main formation stages, classicism becomes the national style by the middle of the 19th century. The need to build public buildings in all provincial cities of the country, new types of buildings such as magistrates, seats, banks, stock exchanges and others, change the architectural style in Russia. The model projects allow in a short time to carry out a large-scale economical and technically correct construction, which contributes to the stylistic integrity of the Russian cities.

Keywords: architectural style; classicism; regular planning; model construction; architectural style; Russia; Siberia.

For citation: Babinovich N.U., Sitnikova E.V. Osobennosti klassitsizma v zastroike gorodov Rossii i Sibiri [Classicism and city planning in Russia and Siberia]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 23–36.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-23-36

Становление классицизма в европейской архитектуре XVIII в. во многом было связано с прогрессом в изучении античности. По взглядам немецкого историка И.И. Винкельмана, произведения классического античного искусства отвечали всем требованиям «прекрасного» – верность пропорций, простота, спокойное величие и гармония. Античность как воплощение эстетических идеалов стала занимать важное место в жизни общества. На протяжении всей истории западный мир всегда возвращался к первым великим цивилизациям. Средневековый романский период характеризовался римской аркой, Ренессанс был возрождением классицизма, а неоклассицизм отмечал рационализм эпохи Просвещения, эпохи элегантности [9].

Художники и архитекторы XVIII в. искали новый стиль, не связанный с церковью. Они вернулись к древним, дохристианским цивилизациям Греции и Рима, и поэтому они сформировали архитектуру, основанную на порядке, равновесии и гармонии, известную сегодня как неоклассическая архитектура.

Западные исследователи архитектуры часто называют классицизм, который процветал в период 1750–1830 гг., неоклассицизмом. Это направление в искусстве, исторических традициях или эстетических установках основано на древнем искусстве Греции и Рима. Британский историк архитектуры Дэвид Джон Уоткин считал, что в контексте традиции классицизм относится либо к искусству, произведенному в древности, либо к более позднему искусству, вдохновленному искусством античности. Тогда как неоклассицизм всегда относится к искусству, произведенному позже, но вдохновленному античностью. Таким образом, термины «классицизм» и «неоклассицизм» часто используются взаимозаменяемо. Когда классицизм применяется для обозначения эстетической позиции, он использует те характеристики, которые обычно ассоциируются с искусством античности: гармонию, ясность, сдержанность, универсальность и идеализм [9].

Неоклассическая архитектура была возрождением классической архитектуры, которая началась в середине XVIII в. в Италии, затем особенно активно стала развиваться во Франции как реакция на архитектурные стили рококо и барокко [10].

Появился интерес к классическому спокойствию и археологическим правильным формам, который проявился в XVIII в. во всех видах искусства. Особенно заметно это стало в 1750-е гг. Центром международного неоклассицизма был Рим, как место сбора талантливых молодых художников со всей Европы, начиная с 1740-х гг. Практически каждый видный деятель искусства того периода прошел через этот город. В 1740 г. – Д.Б. Пиранези, в 1741 г. – А.Р. Менгс, в 1754 г. – Роберт Адам, в 1755 г. – И.И. Винкельман, в 1755 г. – французский художник Жак-Луи Давид, в 1779 г. – итальянский скульптор Антонио Канова и др.

Центром деятельности стала Французская академия, где желанные лауреаты академии Prix de Rome отправились изучать памятники и познакомиться с художественной жизнью итальянской столицы. Проекты, произведенные французскими победителями Prix de Rome, характеризуются величием масштаба, строгой геометрической организацией, простотой геометрических форм. Авторы использовали греческие или римские детали, колонны, особенно для разделения внутренних пространств и создания городских пейзажей. Предпочтение отдавалось глухим поверхностям с контрастным сочетанием объемов и текстур. Те же качества характеризуют неоклассическую архитектуру, которая возникла в Европе и Америке.

Во Франции неоклассическая архитектура появилась в конце правления Людовика XVI. Позже это продолжалось во время наполеоновской эры. Одним из самых известных французских архитекторов, спроектировавших парижский Пантеон (рис. 1), был Жак Жермен Суффло (1713–1780).

Рис. 1. Пантеон в Париже, Франция

В Великобритании работал один из лучших архитекторов Джон Нэш (1752–1835), который занимался перепланировкой городских парков и кварталов. Знатные семьи приняли его стиль для ремонта своих загородных особняков. Также им были построены музеи, банки и почтовые отделения в неоклассическом стиле [10].

Ведущая роль России в создании ранней неоклассической архитектуры была почти полностью обусловлена Екатериной II. Под ее руководством Санкт-Петербург был преобразован в бесподобный музей неоклассических зданий, таких же современных, как французские и английские работы. Как и в других странах, новый вкус к античной простоте представлял собой реакцию против излишеств рококо, который в России имел апофеоз в творчестве Бартоломео Франческо Растрелли.

Важную роль в этом направлении сыграли два иностранных архитектора: шотландец Чарльз Камерон и итальянец Джакомо Антонио Доменико Кваренги, прибывший в Россию в 1780 г. Самая масштабная работа Чарльза Камерона была осуществлена в Царском Селе в стиле, изобретенном Робертом Адамом. Он был ответственен за введение первой правильной греческой дорической колонны и антаблемента в России в круговом Храме Дружбы в Павловске (1780). А Джакомо Кваренги построил для Екатерины Палладианский английский дворец в Петергофе (1781–1789).

Ведущими российскими архитекторами были Василий Иванович Баженов и Иван Егорович Старов, оба они учились в Париже у де Вайи в 1760-х гг., привнося в Россию самые передовые неоклассические идеи [9].

В растущей Российской империи архитектура, отличающаяся длительностью строительных работ, высокой стоимостью и огромными инженерно-строительными ресурсами, как барокко и рококо, не могла стать государственным стилем, поэтому произошла смена архитектурно-художественного направления. Возникла необходимость в строительстве зданий государственного назначения, во всех губернских городах стали строить магистраты, присутственные места, банки, биржи и т. п. [1].

Для руководства повсеместной градостроительной деятельностью в декабре 1762 г. была учреждена Комиссия о каменном строении Санкт-Петербурга и Москвы, созданная для регулирования застройки обеих столиц, которая вскоре стала руководить всем градостроительством в стране. Комиссия функционировала до 1796 г. Её возглавляли видные архитекторы того времени: А.В. Квасов (1763–1772), И.Е. Старов (1772–1774), И. Лем (1775–1796) [8].

Среди ярких представителей русского классицизма особого внимания заслуживает творчество В. Баженова (1738–799), М. Казакова (1738–1812), И. Старова (1748–1808).

Знаменитый образец русского зодчества, построенный всего за два года (1784–1786) по проекту архитектора В. Баженова, дом Пашкова, является значимым архитектурным памятником своей эпохи (рис. 2).

Дом Пашкова открывает великолепную панораму Моховой улицы со стороны Боровицкой площади. Ярко-белое здание, приподнятое на высокий цоколь, построено по классическому трехчастному принципу: центральный корпус с бельведером и портиком объединен одноэтажными галереями с боковыми

флигелями. Целостность структуры подчеркнута единым сюжетом декора, которым в одинаковой степени насыщены все объемы композиции главного дома [8].

Рис. 2. Дом Пашкова в Москве, архитектор В. Баженов

Крупнейшим произведением М. Казакова является здание Сената в Московском кремле (1776–1787) (рис. 3). Строительство этого сооружения определялось назревшей необходимостью размещения правительственных учреждений. Здесь главенствующая роль в архитектурно-художественной композиции здания отведена античным формам ордеров, сводов, куполов, арок, переработанных зодчим в духе преемственного развития архитектуры ансамбля кремля.

Рис. 3. Здание Сената в Московском кремле, архитектор М. Казаков

Треугольное в плане здание с внутренним двором разделено на три части поперечными корпусами. Такая конфигурация постройки была вызвана формой участка. Центральная композиция выполнена в виде купольного зала. Все помещения Сената хорошо связаны друг с другом сквозными коридорами, идущими по периметру дворов. В целом же композиция сооружения представляет собой систему простых объемов с четким соподчинением частей, распределенных в строгом соответствии с их практическим назначением.

Голицынская больница, построенная по проекту М. Казакова в период с 1796 по1801 г., считается не менее известным его творением (рис. 4).

Рис. 4. Голицынская больница в Москве на Калужской улице, архитектор М. Казаков

Комплекс Голицынской больницы, созданный по завещанию князя М.Д. Голицына, был последним крупным проектом зодчего. Под застройку была отведена территория парка на окраине города. Главный трёхэтажный корпус поставлен в глубине большого двора и соединён дуговыми переходами с двумя боковыми двухэтажными Г-образными корпусами, охватывающими весь двор и «загибающимися» вдоль линии улицы. Еще несколько отдельно стоящих служебных корпусов выходят в парк. В центре протяженного главного корпуса возвышается округлый купол церкви, увенчанный «фонариком». Купол наподобие римского Пантеона по бокам фланкирован двумя маленькими круглыми колокольнями. Объем церкви выделен на обоих фасадах величественными шестиколонными портиками дорического ордера на мощном цоколе (рис. 4).

Самое знаменитое строение архитектора И. Старова – Таврический дворец в Петербурге на улице Шпалерной (1783– 789) (рис. 5). И. Старов был воспитанником Петербургской академии художеств, являлся мастером классической архитектуры. При проектировании, а затем и строительстве Таврического дворца его талант проявился в полной мере. Когда были завершены все работы в 1789 г., жителям Петербурга показалось строгое величественное здание, обращенное в сторону Невы своим главным фасадом.

Рис. 5. Таврический дворец в Петербурге, архитектор И. Старов

Здание планировалось с применением традиционной классической архитектуры: перед дворцом был запроектирован парадный двор, который образуют два одинаковых крыла, поставленные перпендикулярно главному корпусу.

Дворец сравнительно невысокий, но за счет центральной части, которая значительно выше боковых корпусов и выделена большим куполом с шестиколонным портиком, смотрится величественно.

Таким образом, конец XVIII – начало XIX в. был периодом высокого расцвета архитектуры классицизма в России. К этому же времени относятся и самые значительные достижения в области «образцового» и повторного строительства, неразрывно связанные с развитием всей русской архитектуры. Культурному подъему способствовало распространение патриотических идей в русском обществе, особенно усилившееся после победоносного окончания Отечественной войны 1812 г. [7].

Общий расцвет культуры не мог не сказаться на архитектуре и градостроительстве. Работы русских архитекторов того времени отличаются широким размахом в проектировании зданий и строительстве городских ансамблей. Патриотические идеи выразились в торжественном, как бы приподнятом облике многих сооружений.

Экономический подъем в стране дал возможность вкладывать в строительство большие капиталы как со стороны частных застройщиков, так и со стороны государства. В свою очередь, высокий уровень художественной и технической культуры в области архитектуры и градостроительства и наличие талантливой плеяды русских архитекторов, вдохновленных идеями патриотизма, обусловили большой размах и высокое качество вновь строящихся ансамблей и сооружений.

Практически все города империи, которых в то время насчитывалось около четырехсот, к началу первой трети XIX в. получили новую градостроительную документацию, основанную на принципах регулярности. Русские, в том числе и сибирские города, сложившиеся на протяжении нескольких веков без определенного плана, имели типичную для средневековья «живописную» систему пространственной организации и свободную планировку, которая за достаточно короткий срок (в пределах 40–50 лет) получила современную трактовку [6].

Большое значение для изменения внешнего облика сибирских городов имело строительство в первой половине XIX в. общественных зданий, которые строились по «образцовым» проектам.

Обращаясь к архивным данным, можно отметить, что архитектор мог изменить в проекте размеры, пропорции и рисунок деталей «образцовых» фасадов, вследствие чего сходство могло быть не полным. Но характерные признаки оставались. Например, симметричная композиция фасада и выделенный центр. Архитектурные детали, типичные для русского классицизма: руст, сложные карнизы, наличники, сандрик. Окраска фасадов в нейтральные тона. Цоколи серого (дикого) цвета. Поле стен светло-желтого, светло-зелёного, светло-серого или светло-синего цветов [4].

«...Выдающийся инженер и архитектор, строитель первых чугунных мостов Петербурга, составитель планов многих русских городов В. Гесте заложил в своем проекте передовые идеи градостроительства...» [5]. Им в 1826 г. был разработан, а в 1829 г. утвержден генеральный план города Омска. «...Омск получил план, обеспечивший ему на много лет вперед правильное развитие, краевые перспективы улиц и интересные архитектурные ансамбли... [Там же].

Примером застройки в стиле классицизм в Омске является здание Сибирского кадетского корпуса (центральная его часть), ныне Общевойсковое командное училище им. Фрунзе. Здание возведено по образцовому проекту и несет черты художественных вкусов своего времени (рис. 6). Строительство его начиналось с формирования Никольской площади. Это было первое в Омске двухэтажное каменное здание с цокольным этажом, украшенное шестиколонным ионическим портиком. В 1826 г. оно принадлежало военной канцелярии, затем было передано в ведение воинского казачьего училища, с которого и началось формирование ансамбля Кадетского корпуса. Построенный первым, корпус по сей день играет в ансамбле ключевую роль, являясь высоким образцом раннего русского классицизма (рис. 7).

Особенностью постройки считается портик, который относится к редкому типу – евстиль, в котором центральный промежуток между колоннами (интерколумний) шире боковых. Авторство Кадетского корпуса приписывается выдающемуся русскому архитектору М. Казакову [5].

На фасаде и в интерьере здания впервые в Омске появился лепной декор. При реставрации портика на абаке одной из капителей был обнаружен автограф первого омского лепщика – «Зарубинъ».

По такому же «образцовому» проекту, как и в Омске, был построен Горный госпиталь в Барнауле – один из лучших памятников архитектуры классицизма.

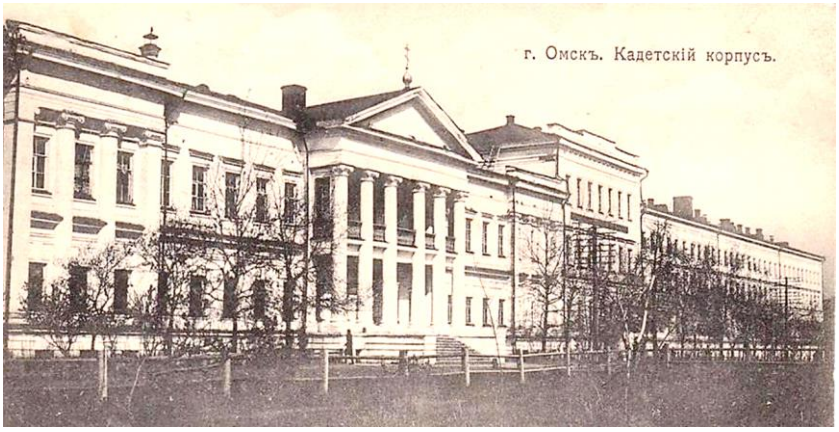


Рис. 6. Омский кадетский корпус. Фото начала XX в.

Рис. 7. Омское общевойсковое командное училище им. Фрунзе

20 февраля 1818 г. Горный совет принял предложение начальника Колывано-Воскресенских заводов П.К. Фролова о строительстве в Барнауле госпиталя, горного училища с сиротским приютом и богадельни с церковью. Здание было возведено по проекту архитектора А.П. Молчанова. В первоначальном проекте госпиталь был задуман как одноэтажное здание. Но в 1819 г. П.К. Фролов распорядился о создании 2-этажного лазарета на 130 больных. В этом же году был заложен фундамент госпиталя. В 1823–1824 гг. возведен первый этаж, в 1834–1841 гг. построен второй этаж, а в 1845 г. строительство завершено (рис. 8). На фасаде здания четко выделяется портик из шести колонн с дорическими капителями, завершающийся треугольным фронтоном [2].

Рис. 8. Горный госпиталь в Барнауле (1831–1845 гг.)

Сейчас в одном из лучших памятников классицизма в Барнауле располагается Алтайский государственный аграрный университет (рис. 9).

Рис. 9. Алтайский государственный аграрный университет в г. Барнауле

На изменение архитектурного облика г. Томска также повлияло строительство общественных зданий по «образцовым» проектам. Так, на центральной площади – Новособорной – было построено здание Губернского правления. За основу был взят «образцовый» проект архитектора А.Д. Захарова (рис. 10, 11).

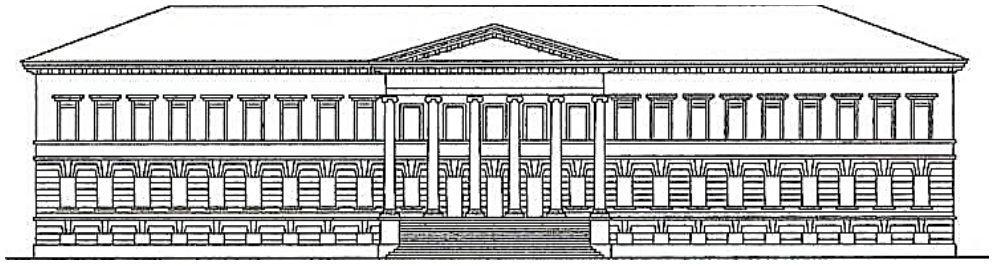


Рис. 10. «Образцовый» проект архитектора А.Д. Захарова

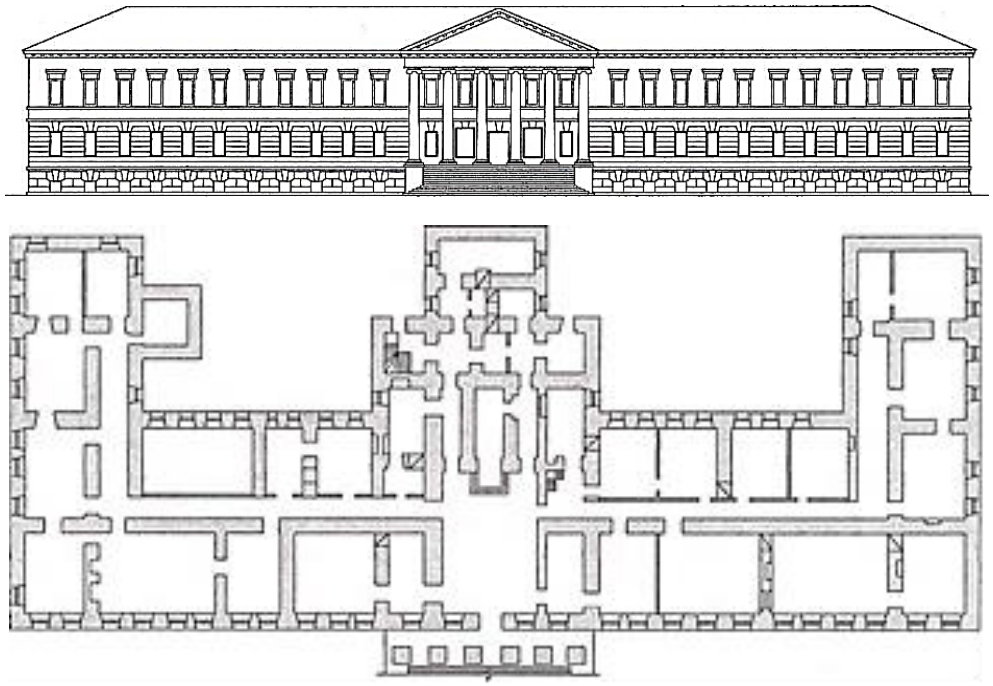


Рис. 11. Главный фасад и план первого этажа здания присутственных мест (Губернского правления) в г. Томске

Постройке здания присутственных мест (Губернского правления) в Томске предшествовала длительная история проектирования, несмотря на то что здесь применяли «высочайше утвержденный» (типовой) проект. Целый ряд архитекторов в течение длительного времени стремился приспособить его к местным требованиям.

В 1803 г. в связи с предполагаемым учреждением Томска губернским городом туда был прислан «экземпляр высочайше утвержденного на здании сего рода плана» архитектора А.Д. Захарова. В Томске, рассмотрев проект, пришли к выводу, что здание в таком виде велико, и поэтому губернатор в 1804 г. получил из Петербурга разрешение использовать этот проект с исключением цокольного этажа. Шли годы, а строительство здания все откладывалось по различным причинам. В 1816–1817 гг. было выдвинуто предложение купить

у местного купца каменный жилой дом с двумя флигелями, а затем, перестроив его, приспособить к нуждам присутственных мест. Указанный проект, который «чертил томский губернский землемер... С. Зверев», характерен своей примитивностью. Оба варианта рассмотрели в Петербурге, и поскольку стоимость сооружения по второму проекту оказалась ниже, то, после внесения в него исправлений Н. Шарлеманем, он считался утвержденным. Вскоре оформили все документы на покупку дома.

В 1819 г. в Томск с ревизией приехал Сперанский, который нашел совершенно неприемлемым предложение о перестройке жилого дома, т. к. здание при этом «не будет иметь ни целостности, ни удобства, ни свойственного публичному зданию вида». Так был отвергнут и этот проект.

В 1820 г. был рассмотрен и «высочайше опробован» проект губернского архитектора А.П. Деева, составленный на основе «образцового» варианта Захарова (рис. 11) [3].

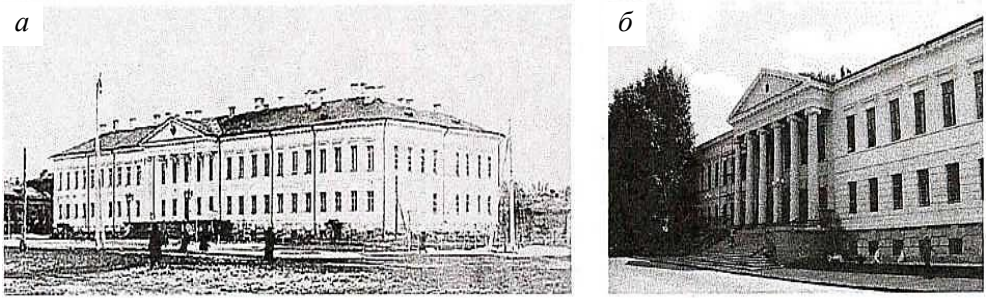


Рис. 12. Присутственные места (Губернское правление) в г. Томске:
а – историческое фото начала XX в. из коллекции Э. К. Майданюка; *б* – фото 2010 г.

Губернский архитектор А. П. Деев, которому поручили проектирование здания присутственных мест, вернулся к первоначальному варианту Захарова как в планировке, так и в композиции фасада. Он увеличил здание в длину, добавив по главному фасаду четыре окна. Деев добился большей четкости архитектурно-планировочного решения плана (рис. 11–12), поэтому все помещения получили хорошую связь со средней частью здания, также подвергшейся коренной переработке. Он улучшил пропорции и освещенность вестибюля и зала «рекрутского присутствия». Была также восстановлена логичная планировочная система с коридорами в первом этаже и анфиладой залов на втором. Во втором этаже (в крыльях дворового фасада) Деев ввел небольшие коридоры с лестницами, что сократило связи между помещениями и разгрузило главную лестницу. Все коридоры имели хорошее естественное освещение. Близ второстепенных лестниц были укромно расположены уборные, тогда как в предыдущих проектах они оставались около парадной лестницы. Деева можно упрекнуть лишь в том, что он не уделил внимания расположению оконных проемов на боковом фасаде: одно из окон оказалось напротив внутренней капитальной стены и было заменено нишей.

В 1820 г. проект был рассмотрен и «высочайше утверждён». Однако к строительству здания приступили лишь в 1838 г., в 1842 г. оно было

закончено. Невысокое качество исполнения некоторых архитектурных деталей (карниз здания, сандрики, капители), несомненно, свидетельствовало о том, что Томск в это время испытывал недостаток в квалифицированных рабочих. Тем не менее нужно отметить, что ясность планировочной схемы, строгий отбор архитектурно-художественных средств и общее единство архитектуры выгодно отличали это сооружение [3].

Здание является объектом культурного наследия федерального значения.

В результате проведённого исследования установлено, что на протяжении всей истории западный мир всегда возвращался к первым великим цивилизациям, в том числе и к архитектурным традициям. «Классицизм», или, как его называют на Западе «неоклассицизм», конца XVIII – начала XIX в. основан на искусстве Древнего Рима и Греции, что обычно ассоциируется с постулатами античности: гармонией, ясностью форм, сдержанностью, универсальностью и идеализмом.

Вслед за Европой классицизм пришел и в Россию. Необходимость в строительстве зданий государственного назначения во всех губернских городах обширной страны, появление новых типов зданий, таких как магистраты, присутственные места, банки, биржи и т. д., привели к смене архитектурно-художественного направления. Применение «образцовых» проектов позволяло в сжатые сроки проводить в широких масштабах экономичную и технически грамотную застройку, что способствовало созданию стилевой целостности русских городов.

Библиографический список

1. *Аркин Д.Е.* Образы архитектуры и образы скульптуры. Москва : Искусство, 1990.
2. *Баландин С.Н.* Архитектура Барнаула. Барнаул, 1974. С. 33–37.
3. *Белецкая Е., Крашенинникова Н., Чернозубова Л., Эрн И.* «Образцовые» проекты в жилой застройке русских городов XVIII–XIX вв. Москва, 1961.
4. *Иванов В.Н.* «Образцовые» проекты в жилой застройке русских городов XVIII–XIX вв. Москва : Госстройиздат, 1961.
5. *Кочедамов В.И.* Омск. Как рос и строился город. Омск : Омское кн. изд-во, 1960. С. 31.
6. *Манонина Т.Н.* Формирование застройки городов Западной Сибири в первой трети XIX в. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 3. С. 59–65.
7. *Ожегов С.С.* Типовое и повторное строительство в России в XVIII–XIX веках. Москва : Стройиздат, 1984. 169 с.
8. *Пилявский В.И.* История русской архитектуры. Ленинград, 1984.
9. *David John Watkin Classicism,* 1830–1930. URL: https://www.britannica.com/art/Western-architecture/Classicism-1830-1930
10. *Neoclassical architecture* – a revival of the ancient Greek & Roman Classical architecture Katerina Bulovska 2017. URL: http://www.wallswithstories.com/uncategorized/neoclassical-architecture-a-revival-of-the-ancient-greek-roman-classical-architecture.html

References

1. *Arkin D.E.* Obrazy arkhitektury i obrazy skulptury [Images of architecture and sculpture]. Moscow: Iskusstvo, 1990. (rus)
2. *Balandin, S.N.* Arkhitektura Barnaula [Architecture of Barnaul]. Barnaul, 1974. Pp. 33–37. (rus)
3. *Beletskaya E., Krasheninnikova N., Chernozubova L., Ern I.* Obraztsovyye proyekty v zhiloy zastroyke russkikh gorodov XVIII–XIX vv. [Projects of housing development in Russian cities in the 18–19th centuries]. Moscow, 1961. (rus)

4. *Ivanov V.N.* Obraztsovyye proyekty v zhiloy zastroyke russkikh gorodov XVIII–XIX vv. [Projects of housing development in Russian cities in the 18–19th centuries]. Moscow: Gosstroiizdat, 1961. (rus)
5. *Kochedamov V.I.* Omsk. Kak ros i stroilsya gorod [Omsk. How the city grew and was built]. Omsk, 1960. (rus)
6. *Manonina T.N.* Formirovaniye zastroyki gorodov Zapadnoy Sibiri v pervoy treti XIX v. [Urban development in West Siberia late in the 19th century]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2010. No. 3. Pp. 59–65. (rus)
7. *Ozhegov S.S.* Tipovoye i povtornoye stroitelstvo v Rossii v XVIII–XIX vekakh [Standard and recurrent construction in Russia in the 18–19th centuries]. Moscow: Stroiizdat, 1984. 169 p. (rus)
8. *Pilyavsky V.I.* Istoriya Russkoy arkhitektury [History of Russian architecture]. Leningrad, 1984. (rus)
9. Classicism, 1830–1930. Available: www.britannica.com/art/Western-architecture/Classicism-1830-1930
10. Neoclassical architecture – a revival of the ancient Greek & Roman Classical architecture Katerina Bulovska 2017. Available: www.wallswithstories.com/uncategorized/neoclassical-architecture-a-revival-of-the-ancient-greek-roman-classical-architecture.html

Сведения об авторах

Бабинович Надежда Устиновна, ст. преподаватель, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, nadezda.babinovich@gmail.com

Ситникова Елена Владимировна, канд. архитектуры, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, elensi@vtomske.ru

Authors Details

Nadezhda U. Babinovich, Senior Lecturer, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, nadezda.babinovich@gmail.com

Elena V. Sitnikova, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, elensi@vtomske.ru

УДК 725.1.036:62(470.6) DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-37-48

Л.М. ГРИГОРЬЕВА,
Южный федеральный университет

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ СУБЪЕКТОВ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

В статье раскрыты актуальные проблемы не исследованной ранее промышленной архитектуры субъектов малого и среднего бизнеса с целью поиска их оптимального решения с учетом специфических экономических условий. Отображены результаты исследования данных предприятий на территории Южного федерального округа (ЮФО). Описаны выявленные актуальные проблемы и факторы, определяющие их архитектуру. Раскрыто влияние общей экономической динамики на изменения значимости данных факторов и, как следствие, на характер проектных решений.

***Ключевые слова*:** промышленная архитектура; архитектура Южного федерального округа; экономические факторы; энергоэффективность; энергосбережение; зонирование; распределение внутренних потоков; благоустройство.

Для цитирования: Григорьева Л.М. Проблемы современной промышленной архитектуры субъектов малого и среднего бизнеса на территории Южного федерального округа // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 37–48.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-37-48

L.M. GRIGOR''EVA,
Southern Federal University

MODERN INDUSTRIAL ARCHITECTURE OF SMALL AND MEDIUM BUSINESS ENTITIES IN THE SOUTHERN FEDERAL DISTRICT

The paper identifies the current, previously unexplored problems of industrial architecture of small and medium business entities on the territory of the Southern Federal District. The purpose of this work is to detect an optimal solution, taking into account the specific economic conditions of the country. The paper presents the research results of small and medium-sized enterprises in the Southern Federal District. The current problems and factors which define the architecture of these enterprises are described herein. It is shown that the general economic dynamics changes the significance of these factors and, as a consequence, the nature of design solutions.

Keywords: industrial architecture; Southern Federal District; economic factors; energy efficiency; energy conservation; zoning; land improvement.

For citation: Grigor''eva L.M. Problemy sovremennoi promyshlennoi arkhitektury sub''''ektov malogo i srednego biznesa na primere YuFO [Modern industrial architecture of small and medium business entities in the Southern Federal District]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 37–48.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-37-48

© Григорьева Л.М., 2020

Развитие промышленной архитектуры в Южном федеральном округе

Одними из основных заказчиков промышленной архитектуры в настоящее время являются субъекты малого и среднего бизнеса [1]. Современная архитектурная наука не обладает достаточными наработками, чтобы удовлетворить их актуальные потребности [2], продиктованные спецификой социально-экономических условий [3].

Промышленность ЮФО на сегодняшний день стабильно развивается, средний индекс промышленного производства за последние четыре года составил 107,8 % [4]. Наиболее активный сектор представлен несколькими видами перерабатывающей промышленности, выявленными на основании статистических данных, описывающих изменения процентного соотношения экономически успешных предприятий [5].

Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования, составляет 14,4 % от общего числа действующих предприятий, производство пищевых продуктов – 13,6 %, производство изделий из древесины, текстиля и бумаги – 9,2 %, производство механического и электрического оборудования – 8,1 %, производство резиновых и пластмассовых изделий – 5,4 % от общего числа предприятий [6].

Основными требованиями, предъявляемыми к архитектурным решениям предприятий обрабатывающей промышленности, являются: наличие транспортной обеспеченности, потребность в хорошо организованных подъездных путях и оптимизированных логистической и складской зонах, максимальная эффективность внутренних транспортных, людских и производственных потоков, необходимость обеспечения функциональной гибкости производства, легкой смены и замены технологической линии производства, средний уровень энергопотребления, энергоэффективное конструктивное решение, учет наличия природных, климатических и трудовых ресурсов [7].

В процессе настоящего исследования рассмотрено более сорока предприятий, успешно функционирующих на территории ЮФО. Анализ различных характеристик этих предприятий позволил выявить наличие современных экономических и социальных факторов, оказывающих главенствующее влияние на архитектуру современного промышленного здания. Кроме того, выявлены факторы, влияющие на компоновку генерального плана и выбор конструктивного решения, значимость которых существенно возрастает для исследуемых промышленных предприятий. Эти архитектурные особенности можно считать специфичными именно для предприятий субъектов малого и среднего бизнеса, проектируемых и возводимых в настоящее время.

Результаты анализа данных подтверждают нарастание уже отмеченных тенденций. Во-первых, продолжается снижение определяющей роли расположения источников сырья по отношению к выбору места для будущего предприятия [8]. Во-вторых, «гибкость» планировочных решений, а следовательно, возможность трансформации и адаптации здания является ключом к эффективному выполнению предприятием своих функций [9].

Кроме того, существуют четыре основные группы уже исследованных ранее факторов, оказывающих доминирующее влияние на архитектуру

промышленных предприятий субъектов малого и среднего бизнеса на территории ЮФО [10].

1. Климатические факторы определяются уникальными особенностями южных территорий Российской Федерации.

2. Технологические факторы основываются на определении наиболее востребованных видов производств.

3. Важнейшими градостроительными факторами для новых предприятий являются: их класс опасности, характер существующей городской застройки, степень транспортной доступности.

4. Объемно-планировочные факторы вытекают из вышеперечисленных и определяются конструктивным типом, этажностью, функциональным типом производственного здания, а также организацией внутренних потоков и спецификой архитектурно-эстетического решения.

Экономические проблемы промышленной архитектуры ЮФО

На сегодняшней день основная цель заказчика промышленной архитектуры – получение в короткие сроки прибыли с возводимого объекта. Эта цель непосредственно становится и целью архитектора, которую ему предстоит воплотить в жизнь собственными профессиональными возможностями.

На основе результатов анализа исследованных предприятий и зарубежного опыта так называемого «инвестиционного» проектирования сформированы три группы факторов, способных повысить экономичность и энергоэффективность производственного здания [11].

1. Выбор принципиальной схемы энергоэффективности**.**

Проектирование и строительство производственного предприятия для непосредственного владельца – застройщика – это инвестиционный проект. На конечную прибыль предприятия оказывают влияние затраты на его создание и функционирование. Сохранение энергии, используемой в виде расходов топлива на обогрев, кондиционирование, освещение или транспортировку строительных материалов, – в первую очередь задача нравственно-экологическая. Но она же и задача экономическая, приоритетная для заказчика [12].

Энергосбережение в процессе создания производственного предприятия осуществляется на трех этапах жизненного цикла здания.

При строительстве, за счет сокращения энергетических расходов на возведение строительного объема и транспортировку материалов.

В период эксплуатации, за счет заложенных конструктивных решений, снижающих потери тепла, обеспечивающих естественные кондиционирование и вентиляцию, сокращение потребностей в искусственном освещении и т. д.

В период модернизации производства и последующей реорганизации производственного пространства также тратится значительное количество ресурсов и энергии. Этот процесс зависит от заложенных в архитектурно-планировочное и конструктивное решения возможностей внутренней трансформации здания.

Выбор того или иного решения является результатом совместной работы проектировщиков и заказчика и считается на сегодняшний день одной из ключевых проблем в практическом проектировании, поскольку сокращение затрат

на этапе строительства влечет за собой повышение расходов на эксплуатацию здания, и наоборот. Несмотря на то что проблема «гибкости» в архитектуре промышленных предприятий обозначена уже давно, часто на практике она решается заложением на стадии проектирования дополнительных внутренних объемов, что приводит к снижению энергоэффективности.

2. Уровень энергосбережения.

Энергосбережение – ключевая проблема современной архитектуры в целом. Производственное здание в ходе эксплуатации может быть как прибыльным, так и убыточным, в зависимости от качества энергосберегающих решений, заложенных на стадии проектирования.

На сегодняшний день можно говорить об «уровнях энергосберегающих решений», выбранных проектировщиком, каждый из которых, отражает продолжительность инвестиционных проектов заказчика. Каждый последующий уровень, несомненно, включает в себя наработки и проектные меры предыдущего и подразумевает более продолжительный период инвестирования.

Традиционный уровень энергосбережения – проектирование и строительство промышленного здания в соответствии с нормативными требованиями из традиционных, регионально-распространенных строительных материалов.

1-й уровень энергосбережения – использование при строительстве инновационных конструкций и материалов, сокращающих энергозатраты здания в период эксплуатации (например, строительные изоляционные наноматериалы).

2-й уровень энергосбережения – разработка и внедрение пассивных инженерных систем (аэрация, ветровая или солнечная защита), позволяющих сократить потребление внешней энергии производственным зданием без потери качества внутреннего микроклимата. Большинство пассивных инженерных систем основано на разумном использовании климатических особенностей региона и особенностях окружающего ландшафта. Решение этой задачи также подразумевает применение инновационных конструкций и материалов.

3-й уровень энергосбережения – использование возобновляемых источников энергии, частично сокращающих энергозатраты на освещение и/или отопление зданий.

3. Скорость изменения номенклатуры продукции.

Современный потребительский рынок базируется на синтезе двух противоречивых тенденций: с одной стороны, продукт, существующий на рынке давно, вызывает доверие у потребителя, с другой – новый продукт подсознательно воспринимается как более качественный и получает предпочтение. Таким образом, номенклатура товаров, от продуктов питания до строительных материалов, на сегодняшний день находится в постоянном плавающем процессе преобразования.

Поэтому, создавая востребованное здание, проектировщик должен закладывать в проект пространственно выраженную необходимость постоянной переналадки или даже замены производственного оборудования. В зависимости от вида производства и соответствующих ему особенностей рынка можно определить несколько категорий скорости изменения номенклатуры продукции:

Сезонная – характерна для пищевой промышленности и производства одежды, определяемая в границах 3–4 мес. Для предприятий, работающих

с сезонной категорией, необходимы специализированные складские помещения. Планировочная структура складов должна опираться на зонирование с учетом различных периодов хранения сырья и различных параметров микроклимата.

Годовая – соответствует производству мебели и строительных материалов: 1 год. Площади, необходимые для хранения готовой продукции, превышают площади для хранения сырья и нуждаются в сложной организации из-за обширности номенклатуры изделий.

Инновационная – характерна для производства оборудования и комплектующих. Является непрогнозируемой и зависит от изменений номенклатуры предприятий партнеров. Влечет за собой модернизацию производственного потока и возможную реорганизацию производственного пространства.

Таким образом, архитектурно-планировочные решения производственных объектов опираются на сочетание большого числа экономически обусловленных факторов. Качество этих решений выражается в эксплуатационной эффективности производственного объекта.

Проблемы генеральных планов предприятий

Организация генеральных планов предприятий субъектов малого и среднего бизнеса имеет уникальную особенность, поскольку формируется единовременно, без этапов строительства, свободных площадей и возможности реорганизации. Изначально проектные решения должны обеспечивать возможность для развития предприятия. Многие выявленные архитектурно-планировочные проблемы малых предприятий связаны в первую очередь с организацией генеральных планов.

1. Градостроительная схема размещения предприятия.

В процессе анализа рассматриваемых предприятий выявлены новые схемы размещения предприятий, не являющиеся традиционными. Эти стихийно сложившиеся сегодня решения стали ответом на непростые компоновочные задачи.

Совмещенная, или традиционная градостроительная, схема предусматривает размещение административно-бытовой, производственной, складской и энергетической частей предприятия в границах одной строительной площадки.

Удаленная градостроительная схема возникла в связи с развитием коммуникационных технологий, обеспечивающих дистанционный контроль качества производства. Нередко заказчикам более выгодно перемещать административный офис предприятия в деловой центр города, оставляя производство на периферии или вынося его за пределы городской черты.

Смешанная градостроительная схема, очевидно, стала следствием преемственности современными промышленными территориями принципов советских промышленных зон. Данный тип размещения предполагает совместное использование двумя или более предприятиями общих подъездных и эвакуационных путей, систем территориального контроля, элементов озеленения и благоустройства.

Однако совместное использование складских, энергетических или бытовых сооружений, теоретически обоснованное архитекторами 70–80-х гг. XX в., более не является приемлемым.

2. Распределение внутренних потоков.

Одной из самых серьезных выявленных проблем современной архитектуры промышленного предприятия является принципиальное игнорирование необходимости проектирования и обеспечения распределения внутренних потоков. Практически подавляющее большинство предприятий, даже наиболее успешно развивающихся, не имеют четко выраженной структуры распределения людо- и грузопотоков.

В результате анализа генеральных планов исследуемых предприятий выявлено несколько форм внутренней организации пространства:

Без распределения внутренних потоков. Предприятие имеет одну проходную и въездную группу и многофункциональную дворовую зону. Характер перемещений продукции и персонала хаотичен.

Разделение людо- и грузопотоков. Предприятие имеет отдельную проходную для персонала, отдельный въезд, обеспечивающий одновременно поставку сырья и выгрузку готовой продукции. Для данного типа характерно блокирование складских зон в едином пространственном объеме. Внутреннее перемещение персонала организовано на планировочном уровне.

Разделение потоков: сырья, готовой продукции и людского. Предприятие имеет отдельную проходную для персонала и отдельные зоны хранения сырья и готовой продукции. Возможно размещение двух отдельных зон въезда и контроля.

3. Характер застройки.

Поскольку каждое предприятие имеет своего заказчика и проектировщика, то в современных условиях трудно говорить о целостности композиции в общей застройке промышленных зон. Однако существующая архитектурная среда, безусловно, диктует проектировщикам те или иные условия, влияющие на характер генерального плана.

Периметральная застройка характеризуется расположением основных объемов по периметру границ участка. Пространство внутреннего двора автоматически становится многофункциональной зоной стихийного пересечения людских и грузовых потоков, временной складской зоной и рекреационной зоной одновременно. Для малых и средних предприятий такой тип застройки является распространенным, но не всегда технологически обоснованным.

Строчная застройка характеризуется расположением основных зданий параллельно большему по протяженности наружному фасаду, часто с минимальным отступом от зданий соседних предприятий. Для данного типа характерна узкая въездная зона или въезд с улицы прямо в складские помещения предприятия. Также характерным является использование 2- и 3-этажных зданий и наличие озеленения и благоустройства во внутреннем заднем пространстве.

Групповая застройка основана на компактном расположении зданий предприятия в глубине территории. Характеризуется более четким функциональным зонированием наружного пространства, системой внутренних переходов, сокращающих траектории перемещения персонала.

4. Характер благоустройства территории.

Благоустройство отсутствует. Распространенной проблемой на сегодняшний день является отсутствие озеленения территории и рекреационных зон, вызванное экономическими возможностями заказчика.

Предприятие имеет рекреационную зону – специализированную благоустроенную территорию для кратковременного отдыха персонала.

Предприятие имеет зеленые насаждения и рекреационную зону. Более характерно для «взрослых» предприятий, существующих более пяти лет и занимающих на рынке устойчивое положение.

Комфортные условия труда и благоустройство на сегодняшний день тоже стали составляющими имиджа предприятия, подтверждением его успешности и надежности как делового партнера.

Проблемы экстерьера производственного здания

Создавая производственные здания, современные архитекторы порой используют принципы проектирования советской школы, поскольку не имеют наглядных более эффективных аналогов. Однако иногда принимаются неординарные и на первый взгляд противоречивые решения, как, например, выбор кирпича как основного строительного материала ограждающих конструкций.

В зависимости от той или иной экономической стратегии строительный объем предприятия может использоваться заказчиком не только для непосредственно первичной функции размещения производства. Экстерьер промышленного предприятия сегодня также формируется под воздействием принципа экономической целесообразности. На основе анализа существующих предприятий можно выявить основные подходы к проектированию объемно-планировочного решения производственного здания.

Каждый подход воплощает ключевые приоритеты экономической стратегии развития предприятия. Также можно выявить взаимосвязь между выбором принципа решения экстерьера здания и возрастом – стадией развития промышленного предприятия.

Функциональный экстерьер здания – выражается в том, что при проектировании зданий не задействован эстетический компонент архитектуры. Решения проектировщика направлены на максимальную функциональную эффективность и сокращение затрат на строительство и эксплуатацию. Этот подход характерен для новых предприятий, только вступающих на рынок.

Имиджевый экстерьер здания – общая эстетика архитектуры, производственного предприятия воспринимается заказчиком как имиджевая составляющая продвижения его компании. Для данного типа зданий характерна более выразительная объемно-пространственная композиция и продуманное цветовое решение. Такого уровня архитектурные решения доступны компаниям, занявшим стабильное устойчивое положение на рынке, существующим более 7–10 лет.

Брендовый экстерьер здания – в целом архитектура этого подхода соответствует функциональному, однако отдельные наружные поверхности ограждающих конструкций зданий и сооружений используются для размещения рекламы конечного продукта. В структуру предприятия внедряются дополнительные функциональные зоны, связанные с реализацией продукции, а в общую композицию – различные малые формы рекламного характера. Для данного типа определяющим является расположение на значимой транспортной артерии

города. Нередко становится переходной стадией от функционального подхода к имиджевому, соответствуя сроку жизни компании около 4 лет.

Выбор строительных материалов

Результаты анализа исследуемых объектов позволили выявить востребованность таких, не свойственных для промышленной архитектуры конструктивных решений, как анфиладная система, или использование в качестве наружных ограждений такого, считавшегося отжившим свое, материала, как кирпич. Нередко, формируя по требованию заказчика максимально функциональный и низкозатратный вариант решения задачи, современные архитекторы совершают регрессивный шаг. Однако подобные меры, и в первую очередь применение кирпича как материала наружных стен, приводит к повышению энергоэффективности здания не только на этапе возведения, но и в процессе эксплуатации [13].

Мы имеем возможность наблюдать архитектурный феномен, широко распространенный в странах Северной Европы, определяемый как авторитетность локальных стройматериалов. Производственные здания этих стран формируются из локально добываемых горных пород и даже древесины не столько в угоду актуальному экодизайну, столько из колоссальной выгоды, которую данное решение обеспечит производству на всех стадиях его существования.

Унификация, остающаяся в целом приоритетным принципом архитектуры, была заложена в период, когда единственным заказчиком и исполнителем архитектуры было государство, имеющее глобальные возможности. Однако, решая конкретные проектные задачи частного заказчика, слепое следование традиции унификации может создать больше проблем, чем предложить решений.

Не отменяя преимуществ, которые дает использование унифицированных строительных конструкций, современный проектировщик должен учитывать, что, проектируя промышленное предприятие сегодня, создает уникальный индивидуальный продукт.

Корреляция значимости факторов, определяющих архитектуру промышленного здания

Все описанные выше факторы формируют выбор оптимального объемно-планировочного решения современного промышленного здания. Каждый фактор имеет свою значимость и степень влияния на окончательное проектное решение. Снижение значимости одного фактора вызвано возрастанием необходимости обеспечить другой, и этот взаимозависимый процесс протекает во время всего жизненного цикла промышленного здания. Даже на начальной стадии проектирования может неоднократно смещаться центр значимости факторов в связи с внешними экономическими изменениями.

Объемно-планировочное решение должно обладать свойством пространственной «гибкости» на гораздо более глубоком новом качестве, поскольку изменчивость среды как на социально-экономическом, так и на градостроительном уровне – ее основное свойство на сегодняшний день. В основе проектирования промышленных предприятий должна лежать вариативность развития их пространственных решений.

Для обеспечения пространственных «гибкости» и вариативности на планировочном уровне необходимо выявление пространственного «ядра» современного предприятия и организация центрической планировочной композиции [14].

На основе анализа, общего для существующей ситуации, можно выявить пять основных функциональных пар факторов, имеющих взаимную корреляционную зависимость.

Корреляция схем энергоэффективности – определяет соотношение затрат на строительство и эксплуатацию здания.

Корреляция производственной «гибкости» – соотнесение затрат на организацию внутренних потоков (создание четкой внутренней блокировки помещений и отдельных зон внутри цехов, организация подъездных путей и складских зон) и скорость модернизации производства (затраты на демонтаж части конструкций и возведение новых в период модернизации производства).

Корреляция уровня функциональности – определяет соотношение затрат на скорость возведения производственного здания и расширения возможностей его пространств, в период эксплуатации и развития, с целью ввода дополнительных функций.

Корреляция уровня объемно-планировочного решения – определение значимости экономичности проекта на стадии строительства или возможности его использования как части маркетинговой стратегии продвижения готового продукта.

Особое значение имеет выбор участка строительства. В данной ситуации речь идет о корреляции временных и материальных затрат на адаптацию участка с существующей инфраструктурой или нового строительства на неосвоенной территории.

Выводы

Описанные выше проблемы современной промышленной архитектуры субъектов малого и среднего бизнеса свидетельствуют о значимости социально-экономических факторов, а также о высокой скорости изменения ключевых критериев. На сегодняшний день в промышленной архитектуре, как и в архитектуре в целом, эффективность и успешность каждого проекта напрямую зависят от его адаптивности – возможности к трансформации.

Ключевыми экономическими факторами можно назвать: выбор схемы энергоэффективности, уровень энергосбережения, заложенный в проектное решение предприятия, скорость изменения номенклатуры продукции.

Фактором градостроительного уровня является выбор совмещенной (традиционной) или удаленной схемы размещения административной и производственной частей предприятия.

Факторами, определяющими эффективность решения генерального плана, являются характер распределения внутренних потоков, характер застройки и характер благоустройства и озеленения.

Определяющим фактором для объемно-планировочного решения является выбор инвестиционной стратегии заказчиком.

Однако все эти факторы воздействуют на архитектуру конкретного предприятия одновременно, в условиях корреляции своей значимости. Можно говорить о существовании следующих функциональных пар факторов: корре-

ляция затрат на строительство и эксплуатацию здания. Корреляция затрат на организацию внутренних потоков и скорость модернизации производства. Корреляция затрат на ускорение возведения и расширения возможностей производственного пространства (ввода дополнительных функций). Корреляция уровня объемно-планировочного решения. Корреляции временных и материальных затрат на адаптацию участка с существующей инфраструктурой или нового строительства на неосвоенной территории.

В современных экономических условиях невозможно говорить об общих принципах, универсальных для всех предприятий субъектов малого и среднего бизнеса. Для создания оптимального проектного решения необходимо учитывать существенное количество взаимосвязанных факторов и характер их корреляции. Таким образом, эффективное проектное решение строится на системе экономически оправданных компромиссов и является уникальным для каждого предприятия.

Библиографический список

1. *Самойлова М.А., Исаева Е.А., Иванченко Н.Н., Пастухова В.Р., Расташанская С.В., Васильева О.В., Плуталова Т.В., Михайлова С.А., Потапова Е.В.* Инвестиционно-строительная деятельность в Ростовской области за 2017 год // Статистический бюллетень. Ростов-на-Дону : Ростовстат, 2019. С. 4.
2. *Бассе М.Е.* Ревитализация – экологическая реконструкция промышленных предприятий (на примере завода «Форд в Ривер Руж») // Architecture and Modem Information Technologies (Архитектура и современные информационные технологии) : международный электронный научно-образовательный журнал. 2010. № 1 (10). URL: http://www.marhi.ru/AMIT/2010/1kvart10/ basse/abstract.php (дата обращения: 07.07.2017).
3. *Теблоев Р.А.* Тенденции развития промышленности в регионах южного федерального округа // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2008. № 6. С. 292–296 .
4. *Самойлова М.А., Исаева Е.А., Иванченко Н.Н., Пастухова В.Р., Расташанская С.В., Васильева О.В., Плуталова Т.В., Михайлова С.А., Потапова Е.В.* О результатах работы предприятий и организаций Ростовской области по промышленным видам деятельности за январь-май 2019 года // Статистический бюллетень. Ростов-на-Дону : Ростовстат, 2019. С. 2.
5. *Самойлова М.А., Исаева Е.А., Иванченко Н.Н.* Ростовская область в цифрах // Краткий статистический сборник. Ростов-на-Дону : Федеральная служба государственной статистики Ростовстат, 2019. С. 18.
6. *Самойлова М.А., Исаева Е.А., Иванченко Н.Н., Пастухова В.Р., Расташанская С.В., Васильева О.В., Плуталова Т.В., Михайлова С.А., Потапова Е.В.* Ростовская область – движение к целям устойчивого развития // Информационно-аналитические материалы. Ростов-на-Дону : Ростовстат, 2019. С. 42.
7. *Ким Н.Н.* Промышленная архитектура. Москва : Стройиздат, 1979. 176 с.
8. *Общие вопросы промышленной политики*: некоторые важные результаты и показатели 2016 года : правительственная справка. URL: http://government.ru/info/27205/ (дата обращения: 07.07.2017).
9. *Проскурин Г.А.* Архитектурно-планировочные принципы формирования зданий и сооружений нефтегазовых кластеров (на примере оренбургского газохимического комплекса) : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры. Нижний Новгород, 2011. 24 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01004854599 (дата обращения: 07.07.2017).
10. *Тимофеев А.В.* Принципы формирования архитектуры предприятий пищевой промышленности юга России // Architecture and Modem Information Technologies (Архитектура и современные информационные технологии) : международный электронный научно-

образовательный журнал. 2014. №4. URL: http://srv-lnx-001.marhi.ru/AMIT/2014/4kvart14/timofeev/abstract.php (дата обращения: 07.07.2017).
11. *Hendrickson C.* Project Management for Construction: Pittsburgh // Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University. 1998. URL: http://pmbook.ce.cmu.edu/ (дата обращения: 07.07.2017).
12. *Osman Attmann.* Green Architecture // Advanced Technologies and Materials. USA. New York : McGraw-Hill Education, 2010.
13. *Graham Bizley.* Architecture in Detail. USA. Burlington : Architectural Press is an imprint of Elsevier, 2007.
14. *Кологривова Л.Б.* Закономерности формирования архитектуры предприятий с перспективными производственными системами: на примерах отраслей точного машиностроения и приборостроения : автореферат диссертации. Москва, 1999. 457 с. URL: http://www.dissercat.com/content/zakonomernosti-formirovaniya-arkhitektury-predpriyatii-s-perspektivnymi-proizvodstvennymi-si (дата обращения: 07.07.2017).

REFERENCES

1. *Samoilova M.A., Isaeva E.A., Ivanchenko N.N., Pastukhova V.R., Rastashanskaya S.V., Vasil'eva O.V., Plutalova T.V., Mikhailova S.A., Potapova E.V.* Investitsionno-stroitel'naya deyatel'nost' v Rostovskoi oblasti za 2017 god [Investment and construction activity in the Rostov region for 2017. Statistical bulletin]. Rostov-on-Don: Rostovstat, 2019. P. 4. (rus)
2. *Basse M.E.* Revitalizacija - jekologicheskaja rekonstrukcija promyshlennyh predprijatij (na primere zavoda 'Ford River Ruzh') [Revitalization as an ecological reconstruction of industrial enterprises (Ford River Rouge Complex)]. *Architecture and Modem Information Technologies*. 2010. No. 1 (10). Available: marhi.ru/AMIT/2010/1kvart10/ basse/abstract (rus)
3. *Tebloev R.A.* Tendencii razvitiya promy`shlennosti v regionax yuzhnogo federal`nogo okruga [Trends in industrial development in the Southern Federal District]. *Ekonomicheskii vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2008. No. 6. Pp. 292–296. (rus)
4. *Samoilova M.A., Isaeva E.A., Ivanchenko N.N., Pastuxova V.R., Rastashanskaya S.V., Vasil`eva O.V., Plutalova T.V., Mixajlova S.A., Potapova E.V.* O rezul`tatax raboty` predpriyatij i organizacij Rostovskoj oblasti po promy`shlenny`m vidam deyatel`nosti za yanvar-maj 2019 goda. Statisticheskij byulleten [Working results of enterprises and organization of the Rostov region for January – May 2019. Statistical bulletin]. Rostov-on-Don: Rostovstat, 2019. P. 2. (rus)
5. *Samoilova M.A., Isaeva E.A., Ivanchenko N.N.* Rostovskaya oblast` v cifrax. Kratkij statisticheskij sbornik [Rostov region in figures. Statistical summary]. Rostov-on-Don: Rostovstat, 2019. P. 18. (rus)
6. *Samoilova M.A., Isaeva E.A., Ivanchenko N.N., Pastuxova V.R., Rastashanskaya S.V., Vasil`eva O.V., Plutalova T.V., Mixajlova S.A., Potapova E.V.* Rostovskaya oblast dvizhenie k celyam ustojchivogo razvitiya [Rostov region, movement towards sustainable development goals. Information and analytical materials]. Rostov-on-Don: Rostovstat, 2019. P. 42. (rus)
7. *Kim N.N.* Promyshlennaya arkhitektura [Industrial architecture]. Moscow: Stroizdat, 1979. 176 p. (rus)
8. Obshchie voprosy promyshlennoi politiki: nekotorye vazhnye rezul'taty i pokazateli 2016 goda: pravitel'stvennaya spravka [General issues of industrial policy: important results 2016. Government reference]. Available: http://government.ru/info/27205/ (accessed July 7, 2017). (rus)
9. *Proskurin G.A.* Arkhitekturno-planirovochnye printsipy formirovaniya zdanii i sooruzhenii neftegazovykh klasterov (na primere orenburgskogo gazokhimicheskogo kompleksa) : avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata arkhitektury [Architecture and planning principles for oil and gas buildings (the Orenburg Gas Chemical Complex case studies). PhD Abstract]. Nizhny Novgorod, 2011. 24 p. Available: https://search.rsl.ru/ru/record/01004854599 (accessed July 7, 2017). (rus)
10. *Timofeev A.B.* Printsipy formirovaniya arkhitektury predpriyatii pishchevoi promyshlennosti yuga Rossii [Architecture of food industry enterprises in the South of Russia]. *Architecture and Modem Information Technologies*. 2014. No. 4. Available: http://srv-lnx-001.marhi.ru/AMIT/2014/ 4kvart14/timofeev/abstract.php (accessed July 7, 2017). (rus)

11. *Hendrickson C.* Project management for construction: Pittsburgh. Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, 1998. Available: http://pmbook.ce.cmu.edu/ (accessed July 7, 2017).
12. *Attmann O.* Green architecture. In: Advanced Technologies and Materials. USA, New York: McGraw-Hill Education, 2010.
13. *Bizley G.* Architecture in detail. USA, Burlington: Architectural Press is an imprint of Elsevier, 2007.
14. *Kologrivova L.B.* Zakonomernosti formirovaniya arkhitektury predpriyatii s perspektivnymi proizvodstvennymi sistemami: na primerakh otraslei tochnogo mashinostroeniya i priborostroeniya: avtoreferat dissertatsii [Architecture of enterprises with perspective production systems: precision engineering and instrumentation. PhD Abstract]. Moscow, 1999. 457 p. Available: www.dissercat.com/content/zakonomernosti-formirovaniya-arkhitektury-predpriyatii-s-perspektivnymi-proizvodstvennymi-si (accessed July 7, 2017). (rus)

Сведения об авторе

Григорьева Лидия Михайловна, аспирантка, ассистент кафедры, Южный федеральный университет, 344006, г. Ростов-на-Дону, Б. Садовая, 105/42, airo-razvitie@yandex.ru

Authors Details

Lidiya M. Grigor'eva, Research Assistant, Southern Federal University, 105/42, Bol'shaya Sadovaya Str., 344006, Rostov-on-Don, Russia, airo-razvitie@yandex.ru

УДК 725.53 DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-49-62

Е.Ю. СТРЕЛЬНИКОВА,
Архитектурная мастерская «ИП Щербинина Ю.Д.»

АРХИТЕКТУРА КАК ФАКТОР СОЗДАНИЯ КОМФОРТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОТКЛОНЕНИЯМИ В РАЗВИТИИ В АНГЛИИ КОНЦА XIX ВЕКА

Настоящая работа направлена на изучение формирования, становления и развития первых учреждений Англии для детей с отклонениями в развитии. Анализ исторической документации, книг, фотографий, хранящихся в фондах российских и зарубежных библиотек, воспоминания работников данных заведений позволили сформировать целостную картину архитектурно-планировочных образов зданий. В ходе исследования выявились основные закономерности их создания, изменения, положительные и отрицательные черты архитектуры, влияющей на организацию комфортных условий, обусловленных нетривиальным функциональным назначением помещений; связь исторического контекста с архитектурой и функцией комплекса. Выводы, полученные в ходе исследования, дают возможность дальнейшего изучения данного направления и использования их как исторического опыта для современного проектирования.

***Ключевые слова*:** архитектура образовательных учреждений; школа специализированного образования; специализированное учреждение; специализированные учреждения Англии; дети с отклонениями в развитии; дети-инвалиды.

Для цитирования: Стрельникова Е.Ю. Архитектура как фактор создания комфортных учреждений для детей с отклонениями в развитии в Англии конца XIX века // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 49–62.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-49-62

E.Yu. STRELNIKOVA,
Architectural Workshop of Shcherbinin Yu.D.

ARCHITECTURE AS A FACTOR OF CREATING COMFORTABLE BUILDINGS FOR ABNORMAL CHILDREN IN ENGLAND LATE IN THE 19TH CENTURY

This work is aimed at studying the origination, formation and development of the first institutions in England for abnormal children. The analysis of historical documentation, books, photographs from the collections of the Russian and foreign libraries, and recollections of employees from these institutions help to reconstruct of the building architecture and planning. The study determines the basic laws of the building creation, change, extinction and advantages and disadvantages of the architecture affecting the comfortable conditions of buildings. The latter are intended for the non-trivial functional purpose and reflect the historical connection with the architecture of the building complex. The historical experience is important for further study in this area.

Keywords: academic institution architecture; special education; special care institution; children with mental subnormality; disabled children.

For citation: Strelnikova E.Yu. Arkhitektura, kak faktor sozdaniya komfortnykh uchrezhdenii dlya detei s otkloneniyami v razvitii v Anglii kontsa XIX veka

© Стрельникова Е.Ю., 2020

[Architecture as a factor of creating comfortable buildings for abnormal children in England late in the 19th century]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 49–62.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-49-62

Архитектура находится в непосредственной связи с историческим контекстом, политической, экономической ситуацией, уровнем знаний и умений народов. Социальный фактор также имеет существенное влияние на возводимые объекты. Поэтому здания и сооружения для людей разных национальностей, вероисповеданий, социального статуса, возраста, интересов и т. п. видоизменялись с учетом вышеперечисленных факторов. Отсутствие/наличие/появление/развитие каких-либо новых социальных факторов ведет к аналогичным преобразованиям в строительстве. Изучение данной темы на примере учреждений Англии является ярким примером этому.

Отношение здоровых людей к людям-инвалидам, идиотам (закрепленное понятие в XIX в.) на протяжении истории человечества изменялось. Исследования историков, психологов, педагогов доказывают, что Средние века характеризовались неуважительным отношением к людям с расстройствами психики (сажали на цепь, оскорбляли, издевались) [1, 2]. И естественно, не было понятия особых зданий и требований их проектирования для таких граждан. Различные социальные и политические явления стали приводить к изменению мировоззрения общества и власти в этой проблеме. Первым, кто попробовал создать специальное отдельное учреждение, был Вильям Тьюк, по личной инициативе которого в 1796 г. открыли «Убежище для душевнобольных» [1]. В нем обеспечивали достойный уход и лечение больным с умственной отсталостью. Новшеством в этом здании стало отсутствие решеток на окнах. Пристальное внимание к проблемам людей с поражениями мозга в Великобритании обратили на волне экономического подъема страны в начале XIX в. Были приняты законы о сумасшедших (1828, 1844 гг.) [3, с. 73], в 1846 г. основали первую школы в Бате [3, с. 73]. Далее началась массовая организация учреждений не только для ухода за такими пациентами, но и возникшая научная база дала возможность, а практика и социальные исследования подтвердили необходимость их обучения. Чтобы реализовать все эти изменения, необходимо было появление и специализированной архитектуры, позволяющей организовывать сложные функциональные связи (уход, лечение, образование, проживание, досуг и т. п.). В дальнейшем, благодаря поддержке государства, создали систему школ для людей с разными формами умственной отсталости, включающую уровни обучения всех возрастных категорий. В данном исследовании представлен обзор наиболее крупных учреждений Англии, представляющих историческую, педагогическую и архитектурную ценности.

Первым учреждением, в котором оказывали не только уход, но и давали образование детям с умственной отсталостью в Англии, был Эрлсвуд (Earlswood) в графстве Суррей [4]. Его открыли при активном участии матери больного мальчика в 1848 г. в Уэльсе в здании Парк Хаус (Park House) и прилежащей ему территории в 16 акров (6,5 га). В этом же году приняли 50 детей,

а в следующем – уже 145, и площадей стало не хватать. Была куплена земля в 155 акров (63 га), на которой архитектору Уильяму Бонитону Моффату (W.B. Woffat) поручили создать образцовый приют-школу. В 1855 г. принц Альберт открыл корпус школы Эрлсвуд (рис. 1), кирпичное здание на 405 кроватей. Главный фасад ориентирован на юго-восток. Композиционно здание состоит из 5-этажной 27-метровой башни, с обеих сторон от нее расположены трехэтажные флигели. К входу на территории устроена лестница с балюстрадой. Центральная часть трехэтажная. Пятый этаж башни выполнен из светлого камня, венчает его ажурная балюстрада парапета. Из того же материала выполнены колонны перед главным входом и опирающаяся на них часть второго этажа с декоративным резным фронтоном. В отделке остальной части здания преобладает кирпичная кладка темно-бордового оттенка со светлыми декоративными элементами (пилястры, карнизы, сандрики, наличники и т. п.). Третий этаж мансардный, освещаемый вертикальными окнами с каменными фронтонами.

Рис. 1. Эрлсвуд. Главный фасад. Современное состояние. Автор фото R. Haworth (URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Royal_Earlswood_Park_TQ2848_484.jpg)

Через год после открытия в нем уже находилось 123 человека. Гостиница Брижд Хаус (bridge house) была куплена в 1868 г. и переоборудована в дом управляющего. В тот же период начали организовывать железнодорожное сообщение: построили станцию и проложили пути. Количество пациентов постоянно росло. Требовались новые площади, поэтому в 1873 г. пристроили новые корпуса. Учреждение становилось достаточно независимым. На его ферме площадью в 80 соток разводили молочный скот, птицу, выращивали фрукты и овощи. Воспитанники

занимались различным ручным трудом и получали ремесленные профессии (сапожное, плотницкое, печатное дело). В 1878 г. открылся лазарет, отвечающий всем передовым требованиям того времени. В нем было 4 больших и 3 маленьких палаты, рассчитанные на 42 человека. Палата для выздоравливающих имела французские окна с непосредственным выходом в парковую зону. В начале XX в. у приюта появилась собственная летняя резиденция в Уолтон-на-Найзе (Walton-on-Naze). Образовательная система состояла из трех частей: старшая (16 детей), младшая (45 детей) и ремесленная (36 детей). Детей с нарушениями эмоциональной сферы постоянно наблюдали врачи, обеспечивали им медикаментозное и психологическое восстановление. Общественная жизнь в Эрлсвуде была разнообразной: проводились концерты (в т. ч. на открытом воздухе), пикники, танцы, просмотр кинофильмов. В 1950 г. в учреждении проводились масштабные реставрационные работы, включающие ремонт фасадов зданий, интерьеров, коттеджей для персонала, приморского дома. В этот период там находилось 552 человека. На территории построили дополнительные виллы по 30 пациентов в каждой, в 1973 г. открыли бассейн. В 1997 г. учреждение закрылось.

После реконструкции в стенах Эрлсвуда создали комплекс из 120 роскошных апартаментов с садом, называемый теперь Виктория-корт. Работы включали снос корпусов, не имеющих исторической ценности, и восстановление здания до его первоначального вида. Большой зал, когда-то использовавшийся в качестве места приема пациентов, был преобразован в плавательный бассейн и фитнес-центр для новых жителей (рис. 2).

Рис. 2. Эрлсвуд. Зал бассейна и тренажерного зала, современное состояние (URL: https://www.ralphjames.co.uk/property-details/29176345/surrey/redhill/victoria-court-2)

Другим комплексом для детей с умственной отсталостью являлся Дарент (Darenth) [5, с. 135]. В 1878 г. на площади 96 акров был открыт интернат, принявший 560 детей от 5 до 16 лет. В нем обеспечивали не только уход, но также предусматривались образовательные программы и обучение ручному труду. К началу Первой мировой войны он разросся в «городок для слабоумных», находящийся в большой степени на самообеспечении [Там же]. Построенный по проекту архитектора C. Harston, он представлял из себя одно из крупнейших подобных учреждений в готическом стиле со смешанной планировочной системой (рис. 3, 4) [6]. Центральная часть зальная с административным блоком, кухней, прачечной и сопутствующими помещениями. Из главного блока вели крытые коридоры в трехэтажные корпуса женского крыла (на западе) и мужского (на востоке). Всего блоков было 13, каждый из них имел свою функцию: 5 – для здоровых детей, 3 – для парализованных, 1 – для самых маленьких, 2 – для страдающих эпилепсией и 2 корпуса лазарета. Со стороны женской секции находились школьный блок и часовня, а с мужской – пространства для отдыха и столовая. Через два года потребовалось дополнительное здание, и возвели комплекс на 1000 человек. В нем размещались отдельно дети, показавшие наилучшие результаты в образовании, и, наоборот, самые сложные в обучения.

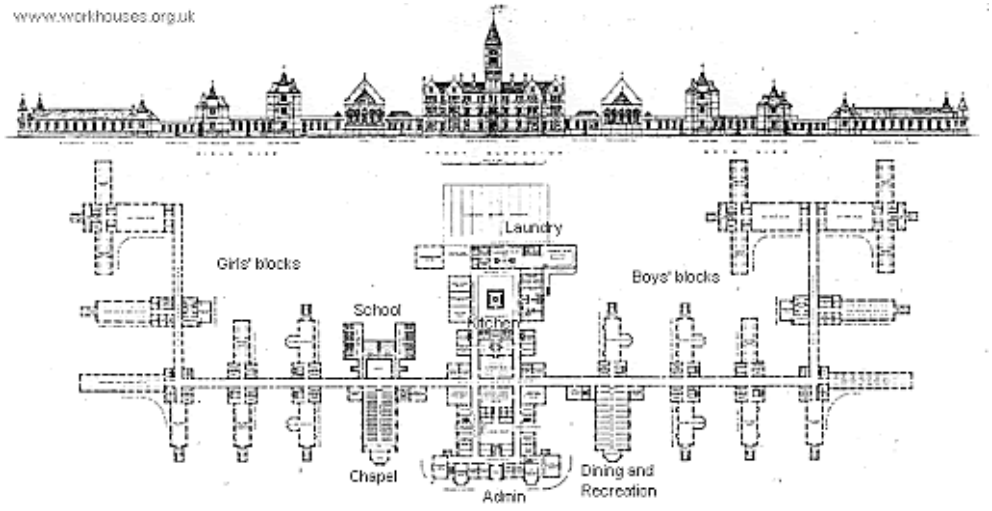


Рис. 3. Дарент. Фасад и план (URL: http://www.workhouses.org.uk/MAB-Darenth/)

Рис. 4. Дарент (URL: https://search.wellcomelibrary.org. no. 614157i)

К концу 90-х гг. XIX в. в связи с необходимостью принять пациентов старше 13 лет построили на севере участка по пять (женские и мужские) одноэтажных корпусов (рис. 5). Каждая секция имела в центре общий зал, от которого радиально отходили жилые комнаты. Их заняли люди с сильной умственной отсталостью, сегрегация которых считалась благом как для общества, так и для них самих. В тот же период был добавлен корпус школы на 400 детей. Интересна инженерная сторона организации Дарента. На территории находился собственный газовый завод, а сточные воды использовались для орошения фермерских полей. В 30-х гг. XX в. весь комплекс подключили к электрической и телефонной сетям.

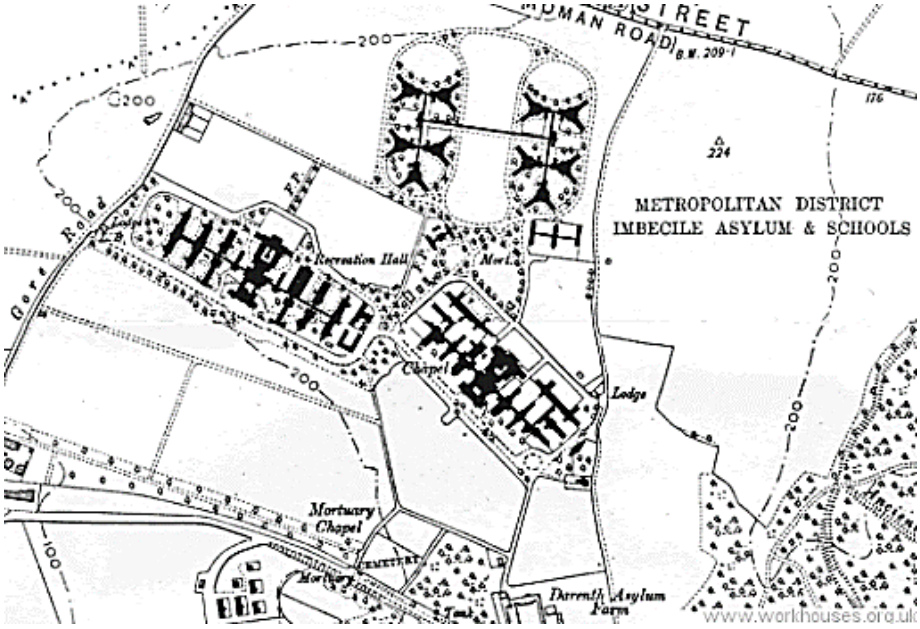


Рис. 5. План участка Дарент (URL: http://www.workhouses.org.uk/MAB-Darenth/)

Школьное образование велось в соответствии со способностями ребенка. Первая группа не могла воспринимать никакую информацию, второй – было доступно изучение цветов, форм, размеров, счет, а третьей – чтение, письмо, география, математика, рисование, шитье и т. п. [7]. Здесь также обучались глухие дети языку жестов. Через два года после начала образовательных программ дети с умственной отсталостью показали прекрасные результаты и достигли достаточно высокого уровня знаний. В колонии сочетали часы обучения, работы, отдыха и религиозных обрядов. Устраивали танцы, концерты, праздники, вечеринки и киносеансы. Такие развлечения устраивались с 1882 г. вплоть до закрытия больницы.

Детей обучали ремеслам – печатное, слесарное и сапожное дело для мальчиков и рукоделие и умение вести домашнее хозяйство для девочек. В стенах комплекса наиболее развитые люди (всего около 700 человек) выполняли доступную работу, связанную с инженерным делом, сельским хозяйством,

слесарным делом, а также производством различной продукции. На юге располагалась собственная ферма (рис. 5) площадью 42 акра (17 га) пастбища и земли и 3 акра (1,2 га) под вспомогательные постройки.

В 1911 г. учреждение, изначально задуманное как приют-школа для умственно отсталых детей, превратилось в промышленную колонию Дарент. Она производила большое количество товаров на продажу (от чайников и полотенец до предметов мебели), проживающие выполняли строительные, смежные, ремонтные работы, трудились на ферме. Больница Дарент проработала около 110 лет вплоть до 1988 г. Сейчас на месте снесенных корпусов расположена больница Дарент-Вэлли (Darent Vally Hospital).

В 1959 г. обнаружили хромосомную аномалию, приводящую к рождению человека с отклонениями в развитии. В 1961 г. по предложению ВОЗ такую мутацию стали называть синдромом Дауна в честь Джона Лэнгдона Дауна, изучавшего и помогавшего людям именно с проявлениями данного заболевания еще в XIX в. [8].

Лэнгдон Даун родился в 1828 г. в Англии. В возрасте 31 года он на 10 лет становится директором Королевского Эрлсвудского приюта [9, 10]. Различные жизненные обстоятельства приводят его к мысли об организации собственного подобного учреждения. Он открывает на юге Лондона в районе Теддингтон в 1868 г. собственное учреждение и применяет в нем собственные программы по восстановлению физических и ментальных возможностей людей-инвалидов. Их основой была социализация людей с нарушением интеллекта. Наиболее эффективной Л. Даун считал комбинацию из четырех факторов: медицинского ухода, обучения, физического развития и формирования правильного поведения, основанного на общепринятых этических нормах [11]. Пациенты получали не только лечение, но и соответствующие их возможностям программы обучения, трудотерапию, арттерапию. Строго соблюдался гигиенический режим. В первые годы после открытия больница была ориентирована на людей из обеспеченных семей (родственники имели возможность даже оплачивать содержание близкого в отдельном коттедже с прислугой). В последующие годы эта практика соблюдалась не столь строго, и все получали равный уход и внимание. Воспитанники изучали арифметику, чтение, письмо, языки, занимались танцами, рукоделием, гимнастикой, музыкой, ткачеством. Большое внимание уделялось физическому воспитанию: теннис, футбол, верховая езда. Не забывали и о правилах поведения за столом, которые прививали с раннего возраста и следили за их соблюдением. Принимали людей разного возраста (от малышей до взрослых), причем людей мужского пола было в два раза больше, чем девочек. Кроме психических отклонений многие имели и физические недостатки, такие как слепота или церебральный паралич, а около 60 % страдали эпилепсией. Лэнгдон Даун намеревался и осуществил обучение и тренировку пациентов в соответствии с их потребностями, возможностями: каждого старались научить «жизненным навыкам» – одевание, кормление, приготовление пищи, тем, как пользоваться деньгами, и другим навыкам, связанным с выполнением различных социальных функций.

Нормансфилд, получивший свое название в честь друга мистера Дауна адвоката Нормана Уилкинсона [12], просуществовал 129 лет (1868–1997 гг.)

[11]. Формирование больничного комплекса началось с покупки Ленгдоном Дауном на все семейные средства аристократической резиденции Белый дом (White house) и территории при ней [10]. Предполагалось, что в нем будет проживать как семья врача, так и находиться приют для людей с умственной отсталостью. Огромный дом, в котором на двух этажах располагались изящно отделанные гостиная, столовая, бильярдная и спальни, переоборудовали под медицинское учреждение [12]. Первоначально территория комплекса имела площадь в 2 акра, а уже к 1888 г. – около 42 акров (17 га). К концу XIX в. учреждение было оборудовано в соответствии с техническими новациями: каждая комната оснащалась телефоном и огнетушителем [12]. Здания комплекса выполнены в викторианском эклектическом стиле, со скатной кровлей. Белый дом – трех/четырехэтажное здание с подвалом (рис. 6). Выразительность фасаду обеспечивают: сочетание грубой кирпичной кладки темных оттенков и плоскостей с отделкой белой штукатуркой, русты, выраженные замковые камни, большие арочные окна, балюстрады. Пластику обеспечивают эркеры первого и второго этажей. Крыша центральной части куполообразная с круглыми арочными слуховыми окнами и чугунной балюстрадой со спиральным рисунком. Ее оживляют высокие кирпичные дымовые трубы. Основные высотные элементы комплекса – башни и здание театра (рис. 7). При входе в Белый дом находится белоснежная оранжерея из стекла и металла.

Рис. 6. Белый дом. Современное состояние (URL: http://miriam-may.com/restoration/)

В 1869 г. здесь проживало 19 пациентов, а в 1871 г. – 37 человек, уход за которыми обеспечивали 26 слуг. Учреждение получало известность, увеличивалось количество больных. В связи с этим в последующие годы оно активно развивалось: территория увеличивалась за счет покупки близрасположенных домов и земель (в т. ч. спускающихся к Темзе) [13]. К Белому дому в 1872–1873 гг. достроили северное и южное крылья (с 16 спальнями), на территории активно велось строительство мастерских (малярные, столярные, плотницкие) и хозяйственных построек – для возможности лечебно-восстановительной деятельности пациентов.

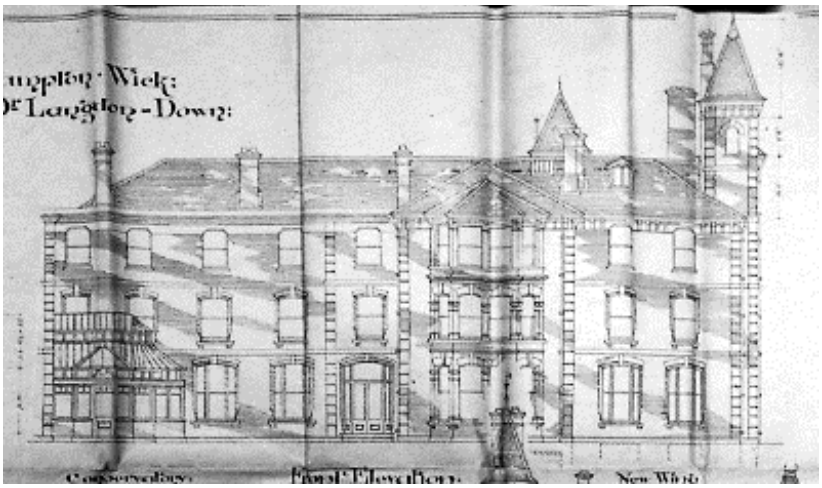


Рис. 7. Белый дом, ок. 1870 г. (URL: https://langdondownmuseum.org.uk/research/u3a-research/u3a-shared-learning-project-2016/1891-2/, в обработке автора)

В 1877 г. доктор Даун поручил архитектору Роланду Пламбу создать театр, открывшийся через 2 года (рис. 8) [14]. Он являлся невероятно амбициозным проектом: с размерами 60×35 футов (около 18×11 м) в плане и вместимостью 300 человек (сегодня около 150). Пациенты могли в нем петь, играть на музыкальных инструментах, участвовать в театральных постановках. Здание театра было рассчитано не только на организацию театральных постановок и выступления, но и на проведение богослужений и праздников (Рождество, юбилеи, светские мероприятия). В нем применили технические достижения того времени: газовое рамповое освещение сцены со специальными вентиляторами, присутствовали подъемники для декораций, отдельная система отопления [12].

Рис. 8. Нормансфилд. Здание театра (URL: http://miriam-may.com/theatre/)

Здание театра Нормансфилда является важным памятником архитектуры Викторианской эпохи. Декоративность зданию театра придают светло-желтая кирпичная кладка, руст, клинчатые перемычки, разновеликие арочные окна. Двери с позолоченными и окрашенными панелями с изображениями флоры и фауны, картины, расположенные в готических арочных нишах, парные арочные окна самого зала, стремящиеся к небу, изысканная роспись интерьера, ковка лестничных ограждений для подъема на сцену, деревянные балюстрады ограждений, выраженные несущие конструкции кровли – все это создавало достаточно эклектичный вид, что оправдывалось функцией зала (рис. 9).

Рис. 9. Нормансфилд. Интерьер театра (URL: https://www.theguardian.com/social-care-network/gallery/2012/feb/02/social-care-hospitals-and-acute-care)

Одновременно со строительством здания театра началась организация фермы, на которой в дальнейшем работали и пациенты (данный вид физической и умственной нагрузки был доступен и полезен им). На ферме разводили свиней, молочный скот, кроликов, птицу, производили корм для скота и сельскохозяйственное оборудование. Вскоре она позволила Нормансфилу выйти практически на полное самообеспечение.

Количество людей увеличивалось, и для их проживания было приобретено здание Брум-Холл (переименованный сейчас Кониферс (Conifers)) с прилегающей территорией в 12 акров. Внутри насчитывалось 12 спален, гардеробные и ванные комнаты, дневные и ночные детские, элегантные гостиные, столовые и утренние комнаты, зимний сад [15]. Затем купили корпус Исткот (Eastcoat), переименованный в Трематон (Trematon). С 1883 по 1892 г. проводились мероприятия по организации территории сопутствующими службами: прачечной, лодочным домиком, буровым залом на территории Трематона и часовой башней. К 1892 г. в резиденции находилось 200 человек. После 1913 г. их стали разделять: в северном крыле размещались мужчины,

а в южном – женщины и дети. Кониферс и Трематон были корпусами для людей с высоким достатком. Каждой группе подопечных отводились отдельные части парка и сада.

Для пациентов организовывали обучение, трудотерапию, катание на лодках по Темзе, лечебно-восстановительную работу на ферме и в огороде, а также ежедневные физические упражнения на территории больницы. До 1940 г. всех воспитуемых регулярно вывозили на южное побережье. В годы Второй мировой войны учреждение продолжало работать, в нем находилось 160 человек. От бомбардировок пострадало только здание Кониферс, ставшее непригодным для проживания. На территории устраивали огромные пожары, чтобы дезориентировать врага о местонахождении Лондона. В подвалах Белого дома прятались при обстрелах и бомбардировках.

Во второй половине XX в. осуществлялось расширение и улучшение комплекса, в том числе строительство новых дневных помещений в 1960 г.: одноэтажный корпус школы, магазин, клубная комната для пациентов, бассейн гидротерапии и дом отдыха (Bill house) в Сассексе, строительство двух новых палат и блок квартир для персонала. Проводились работы по установке новой системы центрального отопления, замене проводов, преобразованию старого здания фермы в промышленный блок.

В 1997 г. больница закрывается. В 1999 г. участок в 32 акра был куплен, здания реконструированы, главный корпус переоборудовали под гостиницу. В 2015 г. главное здание отреставрировано. Сегодня активно развивается центр Langdon Down, который включает в себя Музей Langdon Down, театр Normansfield и Ассоциацию синдрома Дауна. Великолепие Нормансфилдского театра сохранилось и сегодня.

Рассмотренные в статье крупнейшие учреждения Англии для детей с умственной отсталостью, основанные в середине XIX в., являлись примером организации подобных в других станах. Многие положительные их черты использовались уже в XX в., в том числе и в СССР при организации закрытых интернатов. Все перечисленные учреждения представляли собой величественные комплексы зданий различной функциональной направленности, объединенные одной целью – создать максимально комфортные условия не только для проживания, но и для обучения пациентов. Структура каждого комплекса отличалась простотой, логичностью, функциональным делением, что весьма оправданно при формировании пространств для людей с умственной недостаточностью. Всегда выделялось административно-общественное звено в центре. Оно могло быть как обособленным корпусом, так и центральной частью в большом здании. Чаще всего классы и спальные помещения организовывались 2/3-этажными по коридорной системе. Учитывалась необходимость разделения больных по уровню развития, заболеваемости, полу, возрасту. Обязательно присутствовало медицинское ядро (лазарет, мед. кабинет, процедурная и т. п.), церковь, помещения для занятий спортом, приема пищи. С появлением новых знаний о развитии, реабилитации, возможностях восстановления головного мозга большое внимание стало уделяться образованию пациентов. Для этого также предусматривали и обустраивали классы, мастерские по различным направлениям обучения ручному труду (столярное,

сапожное, слесарное дело, шитье, плетение, ткачество и т. п.). Каждое крупное учреждение имело ферму, которая являлась не только звеном обеспечения продукцией (молочные, мясные, сельскохозяйственные товары), но и звеном обучения. Людям со средней и малой степенью поражения головного мозга вполне было доступно овладение навыками работы в сельском хозяйстве или с домашними животными, скотом. В дальнейшем это помогало им находить работу среди обычного социума и иметь возможность материальной самостоятельности. Также продукция фермы и товары, произведенные воспитанниками и рабочими (мебель, постельное белье, посуда и т. п.), приводили к практически полому самообеспечению, делая учреждения практически независимыми от поставщиков.

Появление законов об уходе, воспитании и обучении людей-инвалидов, распространение информации об организации учреждений для них являлось причиной постоянного роста количества пациентов. В связи с этим изначально запроектированных площадей не хватало, их достраивали или покупали близко расположенные коттеджи и территорию при них. Новые функции и задачи рождали новые требования к архитектуре.

Специальные школы-интернаты были прекрасно организованы, и воспитанники имели широкие возможности для нравственного и физического развития. Кроме общепринятого образования детям постоянно давали возможность получения социальных навыков – элементы эрготерапии. Им показывали: как правильно есть, купаться, умываться, переодеваться, общаться с миром и окружающими; они получали навыки культурного поведения [5, с. 134].

Можно сделать вывод, что образование детей с разными формами умственной отсталости началось в Англии с развитием экономики в виде крупных учреждений. В них принимали людей разного достатка, со многими заболеваниями и давали им кроме разностороннего образования большие возможности к социокультурной адаптации. Однако размеры территорий и экономическая составляющая таких заведений не давали возможностей для их большого распространения. Более востребованными стали небольшие специальные школы, вспомогательные классы, которые начали организовывать в начале XX в. [5].

Библиографический список

1. *Малофеев Н.Н.* Специальное образование в России и за рубежом: в 2 частях. Часть 1. Западная Европа. Москва : Печатный двор, 1996. 182 с.
2. *Микиртичан Г.Л.* Отношение общества к неизлечимо больным детям: историко-культуральный анализ // ВСП. 2012. № 1. С. 188–196.
3. *Margaret A. Winzer*. The history of special education. From isolation to integration // Gallaudet University press, Washington D.S., 2017. V. 34. № 4. P. 489–490. DOI: https://doi.org/10.2307/369282
4. *The royal earlswood hospital*, formerly the earlswood asylum, redhill, records. URL: https://discovery.nationalarchives.gov.uk/details/r/ed87972d-14f1-4b0c-ab59-d72bcdbee573 (дата обращения: 07.03.2020).
5. *Замский Х.С.* Умственно отсталые дети. История их изучения, воспитания и обучения с древних времен до середины XX века. Москва : НПО «Образование», 1995. 400 с.
6. *DartfortHospitalhistories*. URL: https://dartfordhospitalhistories.org.uk/darenth-park/darenth-park-schools-training/ (дата обращения: 15.03.2020).

7. *Report of the medical superintendent* of the asylum for adult inbeciles Darent Park hospital // Access Journal of Mental Science. 1880. V. 25. №. 112. P. 598–600. DOI: https://doi.org/10.1192/bjp.25.112.598//
8. *Van Gijn J.* Down and his syndrome // Ned Tijdschr Geneeskd. 2011. № 155 (42). P. 37–44. ISBN: 1876-8784.
9. *Ward O'Conor, John Langdon Down, Normansfield*. The Langdon Down Centre Trust; 2nd Revised edition edition. 2009. 183 p.
10. *Merriman A.* Tales of Normansfield: the Langdon Down legacy. Down's Syndrome Association; 1st edition edition. 2007. 260 p.
11. *Нагорная Н.В., Бордюгова Е.В., Усенко Н.А.* Доктор Даун // Здоровье ребенка. 2013. № 6 (49). С. 159–162.
12. *Ригина Н.Ф.* Кто Вы, доктор Даун? (Часть 2) // Синдром Дауна. XXI век. 2010. № 2. С. 3–10.
13. *Normansfield Hospital*. URL: http://www.asylumprojects.org/index.php/Normansfield_Hospital/ (дата обращения: 25.03.2020).
14. *Daly M., Dazeley P.* London uncovered: sixty unusual places to explore. London : Frances Lincoln Limited Publishers, 2016. 304 p.
15. *Mental Deficiency and Treatment at Normansfield*. URL: https://langdondownmuseum.org.uk/research/u3a-research/2013-normansfield-the-early-years-1868-to-1913/mental-deficiency-and-treatment-at-normansfield/ (дата обращения: 20.02.2020).

REFERENCES

1. *Malofeev N.N.* Spetsial'noe obrazovanie v Rossii i za rubezhom: V 2-kh chastyakh. Chast' 1: Zapadnaya Evropa [Special education in Russia and abroad], in 2 parts. Moscow: Pechatnyi dvor, 1996. 182 p. (rus)
2. *Mikirtichan G.L.* Otnoshenie obshchestva k neizlechimo bol'nym detyam: istoriko-kul'tural'nyi analiz [Social attitude to terminally ill children: historical and cultural analysis]. *VSP*. 2012. V. 1. Pp. 188–196. (rus)
3. *Winzer M.A.* The history of special education: from isolation to integration. *History of Education Quarterly*. 2017. V. 34. No. 4. Pp. 489–490. DOI: https://doi.org/10.2307/369282
4. The Royal Earlswood hospital, formerly the Royal Earlswood Institution for Mental Defectives. Available: https://discovery.nationalarchives.gov.uk/details/r/ed87972d-14f1-4b0c-ab59-d72bcdbee573 (accessed March 7, 2020).
5. *Zamskii Kh.S.* Umstvenno otstalye deti. Istoriya ikh izucheniya, vospitaniya i obucheniya s drevnikh vremen do serediny XX veka [Children with mental subnormality. The history of study, education and training from ancient times to the middle of the 20th century]. Moscow: Obrazovanie, 1995. 400 p. (rus)
6. Dartfort Hospital histories. Available: https://dartfordhospitalhistories.org.uk/darenth-park/darenth-park-schools-training/ (accessed March 15, 2020).
7. Report of the medical superintendent of the asylum for adult imbeciles Darent Park hospital. *Access Journal of Mental Science*. 1880. V. 25. No. 112. Pp. 598–600. Published online by Cambridge University Press, 2018. DOI: https://doi.org/10.1192/bjp.25.112.598/
8. *Van Gijn J*. Down and his syndrome. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 2011. V. 155 (42). P. 37–44.
9. *Ward O'Conor*. Dr. John Langdon Down and Normansfield. The Langdon Down Centre Trust, 2nd revised ed., 2009. 183 p.
10. *Merriman A.* Tales of Normansfield: the Langdon Down legacy. Down's Syndrome Association; 1st ed., 2007. 260 p.
11. *Nagornaya N.V., Bordyugova E.V., Usenko N.A.* Doktor Daun [Doctor Down]. *Zdorov'e rebenka*. 2013. V. 6 (49). Pp. 159–162. (rus)
12. *Rigina N.F.* Kto Vy, doktor Daun? (Chast' 2) [Who are you, Dr. Down?], Pt 2. *Sindrom Dauna XXI vek*. 2010. V. 2. Pp. 3–10. (rus)
13. Normansfield Hospital. Available: www.asylumprojects.org/index.php/Normansfield_Hospital (accessed March 25, 2020).
14. *Daly M., Dazeley P.* London uncovered: sixty unusual places to explore. London: Frances Lincoln Limited Publishers, 2016. 304 p.

15. Mental deficiency and treatment at Normansfield. Available: https://langdondownmuseum.org.uk/research/u3a-research/2013-normansfield-the-early-years-1868-to-1913/mental-deficiency-and-treatment-at-normansfield/ (accessed February 20, 2020).

Сведения об авторе

Стрельникова Елена Юрьевна, архитектор 2-й категории, Архитектурная мастерская «ИП Щербинина Ю.Д.», 350000, г. Краснодар, ул. Красная, 118, lena.str.2011@yandex.ru

Author Details

Elena Yu. Strelnikova, Architect, Architectural Workshop of Shcherbinin Yu.D., 350000, Krasnodar, Russia, lena.str.2011@yandex.ru

УДК 711.455.(23):711.113(235.222) DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-63-74

П.В. СКРЯБИН,
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

МАТРИЦА ЛАНДШАФТА В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ РАЗВИТИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Вместо современной урбанистической модели пространственного развития России предлагается иной подход к процессам перспективного расселения. Системы расселения, состоящие из крупных узлов и связей, рассматриваются автором как результат взаимодействия нескольких каркасов и сетей (природно-экологического каркаса, транспортного каркаса, сети хозяйственных связей между узлами расселения, речной сети), плотность которых определяется характером территории, её рельефом, природными ландшафтами, экологическими качествами и хозяйственными возможностями. Отсюда возникает разная типология территорий, составляющих карту землепользования, рисунок которой задан матрицей ландшафта. Изучение элементов ландшафта даёт возможность выявить их влияние на развитие узлов и связей любого каркаса или сети. Таким образом, понимание основ формирования и взаимодействия разных каркасов даёт возможность точно прогнозировать градостроительное развитие системы расселения. Свой прогноз перспективных направлений развития системы расселения на примере Западной Сибири предлагает автор статьи.

***Ключевые слова*:** территориальное планирование; градостроительство; пространственные решётки; расселение; ландшафты.

Для цитирования: Скрябин П.В. Матрица ландшафта в градостроительном развитии Западной Сибири // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 63–74.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-63-74

P.V. SKRYABIN,
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

LANDSCAPE MATRIX IN URBAN DEVELOPMENT OF WEST SIBERIA

The paper proposes a different approach to the process of prospective settlement instead of the modern urban model of the spatial development in Russia. The proposed approach involves large settlements and connections considered as an interaction between several systems and networks (environmental system, transport system, economic links between settlement nodes, fluvial network), the density of which is determined by the territory, relief, landscapes, environmental qualities and economic potential. This gives rise to a different typology of territories that constitute the land use map, the pattern of which is determined by the landscape matrix. A study of the landscape elements makes it possible to identify their influence on the settlement development and connections of any system or network. The understanding of the basis for the formation and interaction of different systems allows to accurately predict the urban development of the settlement system. The paper predicts the routes of development of the settlement system in West Siberia.

Keywords: land use planning; urban planning; space lattice; settlement; landscape.

© Скрябин П.В., 2020

For citation: Skryabin P.V. Matritsa landshafta v gradostroitel"nom razvitii Zapadnoi Sibiri [Landscape matrix in urban development of West Siberia]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 63–74.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-63-74

Введение

Почти половина населения самой большой по площади страны мира компактно сосредоточено в семи крупнейших городах-гигантах. После провала глобальной прогрессистской модели экономического развития, направленной на неудержимый рост потребления природных энергоресурсов, на непрерывный потребительский рост товаров и услуг, наметился и тупиковый характер процесса урбанизации, вызывающего раздувание сверхкрупных городов-мегаполисов. Однако, по закону диалектики, развитие каждого явления или процесса одновременно содержит и противоположное направление своего развития, т. е. в центростремительном процессе урбанизации наблюдаются признаки центробежного освоения загородных территорий в качестве второго жилища компенсаторного типа для горожан и в перспективе рассредоточенной формы расселения. Автор выбрал для исследования подобных процессов территорию в западной части Сибири, выделяющуюся в пространстве расселения России неограниченным потенциалом для градостроительного освоения и сложившимся каркасом расселения.

Вопрос точного определения границ исследуемой территории автор рассматривает в контексте влияния природно-ландшафтных особенностей на систему расселения и выделяет три основных подхода. Первый – ландшафтно-градостроительный подход – разработан профессором А.Г. Большаковым для регулирования градостроительной деятельности с учетом движения биологического материала согласно характеру рельефа земной поверхности [4]. Второй – бассейновый подход, предложенный профессором С.Д. Митягиным [7], основан на регулировании землепользования согласно экологической устойчивости бассейна речного стока. Третий подход, академика В.В. Владимирова, направлен на градостроительное развитие обширных территорий исходя из их природно-экологической ёмкости (водообеспеченности, скорости лесных массивов вырабатывать кислород, способности почвы к самовосстановлению) [5]. Соединив все три подхода, автор предлагает своё видение градостроительного развития исследуемой территории.

В результате трёх этапов исторического развития каркаса расселения, названных автором «речной», «дорожный» и «железнодорожный» [6, 8, 9], под влиянием рисунка речной сети, геологической формы рельефа и природного ландшафта на трассировку транспортно-коммуникационных коридоров в Сибири сложились три крупные меридиональные системы поселений в бассейнах сибирских рек (Байкало-Ангарская, Енисейская и Западносибирская). Крупнейшие реки – природные оси расселения Обь, Енисей и Ангара – являются композиционными осями трёх параллельно расположенных огромных межгорных котловин, разделённых горными хребтами. Верхние линии горных хребтов-водоразделов Кузнецкого Алатау с Абаканским хребтом на

востоке и Бащелакский хребет с Колыванским на западе являются естественными границами западносибирской природно-градостроительной системы. Северной границей автор предлагает рассматривать Транссибирскую железнодорожную магистраль, включая в данную систему г. Томск. Южной границей является государственная граница Российской Федерации с Казахстаном, Монголией и Китаем. В границы западносибирской природно-градостроительной системы поселений входят:

– южная часть Новосибирской и Томской областей;
– Алтайский край (степной Алтай, Барнаул);
– Республика Алтай (Горный Алтай, Горно-Алтайск);
– Кемеровская область (Новокузнецк и Кемерово) (рис. 1).

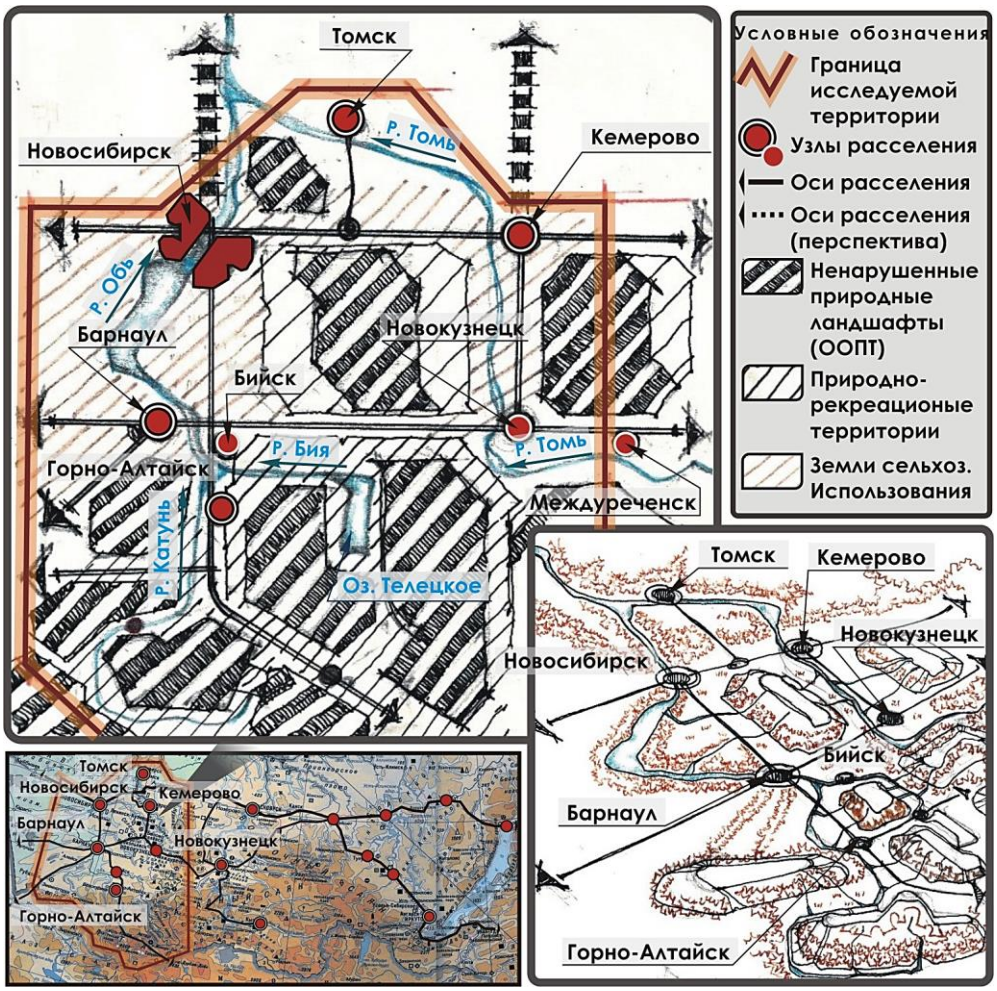


Рис. 1. Границы рассматриваемой территории

Цель исследования – определить места перспективного возникновения и развития узлов расселения и новых коммуникационных коридоров.

Задачи:

– выявить пространственные закономерности возникновения и развития каркаса расселения, включая оси и узлы;

– выявить типологические особенности территории расселения;

– определить направление развития осей каркаса согласно типологическим особенностям территорий;

– выявить места перспективного возникновения и развития узлов каркаса расселения.

Основная часть

В рассматриваемом пространстве западносибирской природно-градостроительной системы поселений автором выделяются две линейно ориентированные агломерационные системы. Первая сформировалась в долине реки Оби, включая реки Катунь и Бию по оси транспортной связи Новосибирск – Барнаул – Бийск – Горно-Алтайск. Эта транспортная связь сегодня формирует транспортно-коммуникационный коридор Чуйского тракта, связывающего Россию с Китаем через Монголию. В пределах этого коридора развиваются Новосибирская агломерация, Бийско-Барнаульская и Горно-Алтайская агломерации. Вторая агломерационная система развивается вдоль реки Томи – одного из крупных притоков Оби, вдоль транспортно-коммуникационной связи Томск – Кемерово – Новокузнецк, включая две крупные агломерации: Томскую и Кемерово-Новокузнецкую. По результатам рассмотрения исторического развития этих систем выявлены три закономерности пространственного развития каркаса расселения.

Первая закономерность связана с возникновением и развитием узлов расселения – городов и посёлков в местах пересечения планировочных осей разных типов: транспортных осей – основы транспортно-коммуникационных коридоров с природными осями (реками) – основы коммуникационно-экологических коридоров.

Вторая закономерность обусловлена влиянием рельефа на рисунок сети планировочных осей и явным тяготением крупных узлов и транспортных осей к береговой линии рек. При этом чем крупнее и значимее река, тем шире границы коммуникационно-экологического коридора и тем крупнее узлы расселения – агломерации, расположенные в его границах.

Третья закономерность прослеживается в соответствии планировочных особенностей агломераций определённым ландшафтно-функциональным морфотипам территории. Автор выделяет двенадцать крупных морфортипов, которые объединяет в три группы. Морфотипы выделены в границах осей транспортно-коммуникационных коридоров. Именно эти оси «разрезают» территорию на крупные фрагменты, которые включают определенные сочетания земель различного целевого назначения (от земель сельскохозяйственного использования до особо охраняемых природных территорий – ООПТ).

Типологические особенности территорий расселения. Морфотипы. Соотношение земель различных категорий определяется качественными характеристиками природного ландшафта (составом почв, заселенностью, гидрографией), которые зависят от геологической формы земной поверхности – от

характера рельефа [3]. В границах каждого из выделенных морфотипов характер рельефа различается. Исходя из этого, автор выделил три пространственные ландшафтные модели (рис. 2).

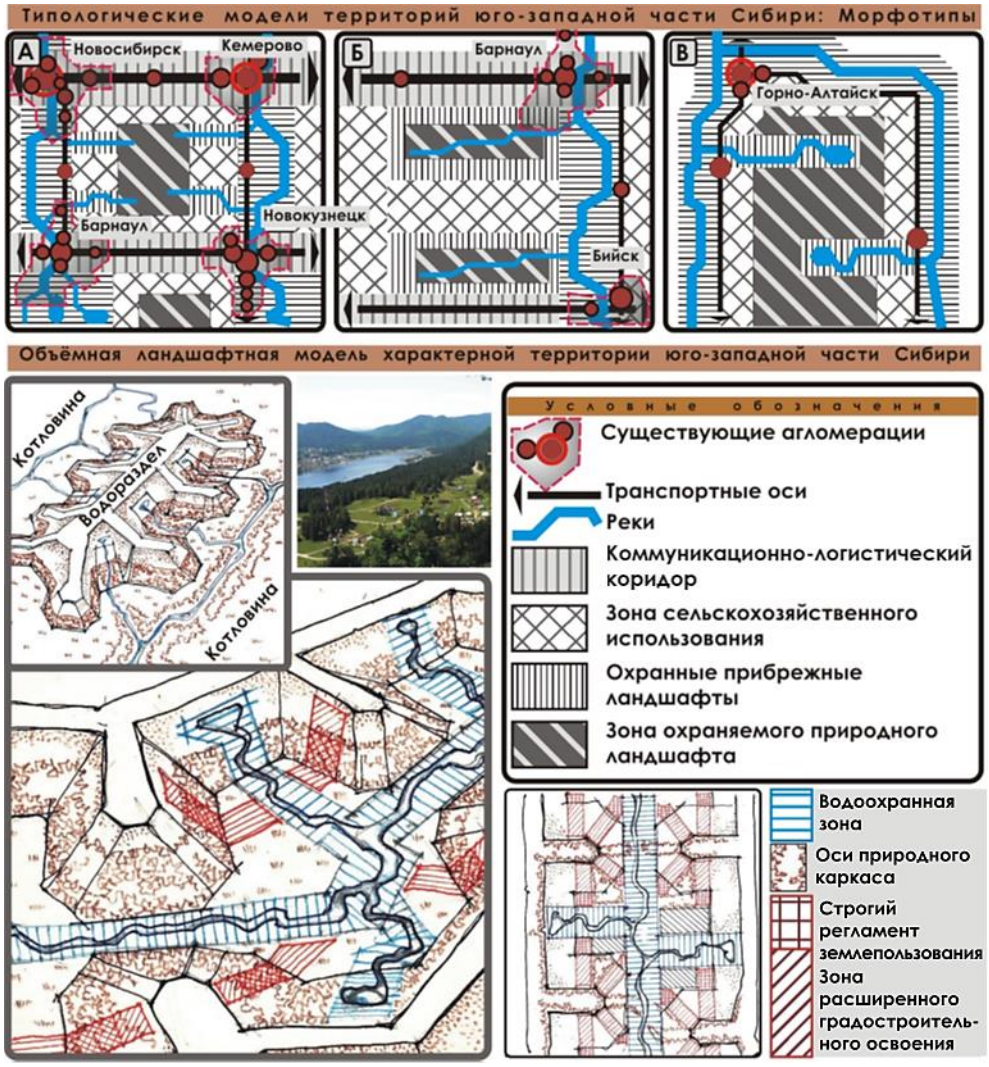


Рис. 2. Типологические особенности территории. Группы морфотипов

Первая модель объединяет группу морфотипов (группа А) с производственно-сельскохозяйственной специализацией, что обусловлено обширными степными пространствами с ровным рельефом и плодородной почвой (Барабинская и Кулундинская степи, Алтайский край), которые являются долинами крупных сибирских рек Оби, Бии и Томи, вдоль которых расположены земли сельскохозяйственного назначения. Земли лесного фонда, расположенные за сельхозземлями, окружают центральную часть морфотипа, располагаясь на склонах холмов-водоразделов, а также по берегам рек, стекающих с вершин. Сами

верхние отметки хребтов выделяются как особо охраняемые природные территории (заповедники, резерваты, природные парки и заказники), служащие местом питания рек и ручьёв. Эти водоёмы являются землями водного фонда и представляют собой сеть питания крупных рек, поэтому предлагается рассматривать водоохранные полосы как ландшафты с особой степенью строгости градостроительных регламентов. Градостроительными регламентами с более широкими возможностями для строительной деятельности располагают земли населённых пунктов, т. е. узлов расселения, расположенных по краям морфотипа, в местах пересечения природных и транспортных осей. Вдоль транспортных осей отчётливо выделяется коридор расселения, включающий земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, а также земли запаса.

Вторая модель объединяет группу морфотипов с сельскохозяйственно-рекреационной специализацией и характерна для предгорий Саян, где широкие речные долины разделены лесными массивами (уникальное природное явление – ленточные боры Алтайского края), которые являются частью экологического каркаса и относятся к особо охраняемым природным территориям. Между осями и ядрами экологического каркаса расположены земли сельскохозяйственного назначения. Вдоль рек и вокруг осей экологического каркаса предлагается выделить буферные территории с природоохранным режимом. Размещение застройки, производственных предприятий, объектов энергетики возможно в узлах системы расселения – на землях населенных пунктов.

Третья модель, объединяющая группу морфотипов с рекреационной специализацией, отличается преобладанием территорий с ненарушенными хозяйственной деятельностью природными ландшафтами, которые представляют собой неоспоримую ценность в рекреационном отношении. Благодаря выраженной гористости градостроительная деятельность здесь имеет свою специфику, направленную на линейно-сетевое размещение взаимосвязанных узлов разной ёмкости и масштаба для обслуживания туристов, используя резервы на землях населённых пунктов. При этом предлагается направить вектор градостроительного освоения перпендикулярно от природных осей – рек выше по склонам гор, оставив свободными узкие межгорные речные долины для сельскохозяйственной деятельности и земель водного фонда. Склоны способны выдерживать нормированные рекреационные нагрузки, а верхние отметки, включая вершины горных систем, относятся к землям ООПТ, являющимися ядрами экологического каркаса. Ядра экологического каркаса окружены буферной зоной – землями лесного фонда, через которые предлагается выделить экологические оси каркаса.

Каркасы и сети, накладываясь друг на друга, являются в рассматриваемом пространстве основой системы расселения (рис. 3) [1, 2, 10].

В связи с этим предлагается рассмотреть:

– природно-ландшафтный каркас (сеть особо охраняемых природных территорий – заповедников, природных парков, заказников, резерватов);

– сеть хозяйственных связей (связанные добывающие, производственные и научно-образовательные узлы);

– сельскохозяйственный каркас (сельскохозяйственные производства с пашнями, выпасами и сенокосами);

– коммуникационный каркас (кроме транспортных связей включает инженерные сети – высоковольтные ЛЭП, нефтепроводы и газопроводы);

– рекреационный каркас (линии туристических маршрутов, соединяющие рекреационные узлы).

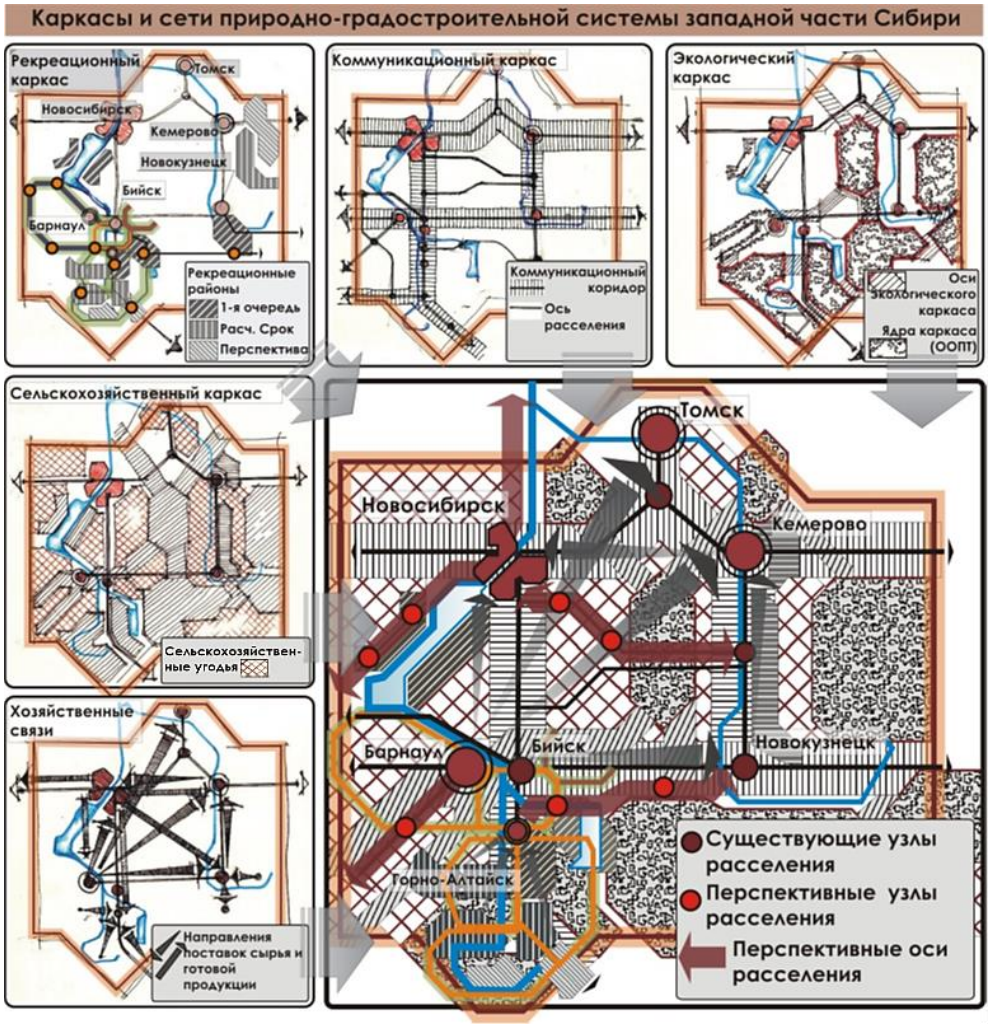


Рис. 3. Планировочные каркасы и сети, составляющие западносибирскую ландшафтно-градостроительную систему поселений

Рекреационный каркас исследуемой территории сегодня формируется на территории Алтайского края [11] и Республики Алтай [14], частично захватывая Кемеровскую область (горнолыжный курорт Шерегеш), на основе ряда маршрутных колец (замкнутых туристических маршрутов). Сегодня развиваются два маршрутных кольца: Большое золотое кольцо Алтая через Баранул – Камень-на-Оби – Славгород – Рубцовск – Колывань – Белокуриха – Бийск – Барнаул и Малое золотое кольцо Алтая через Бийск – Белокуриха – Красногорское – Сростки –

Бийск, а также полукольцо Казачья подкова Алтая через Ельцовка – Целинное – Бийск – Сайдып. В Горном Алтае автор предлагает развитие трёх закольцованных маршрутов. Первое маршрутное кольцо охватывает западную половину Республики Алтай и проходит через Уймонскую котловину, охватывая обширную природно-рекреационную территорию в районе Онгудая, Усть-Канский и Чемальский районы, замыкаясь в райцентре Майма, включая многочисленные объекты этнографического туризма. Второе кольцо охватывает восточную половину Горного Алтая, объединяя среднее течение Катуни, горную возвышенность Кош-Агачского района и уникальный природный объект Телецкое озеро с множеством водопадов и пещер, замыкается также в посёлке Майма. Третье кольцо – южное – будет иметь развитие в перспективе и пройдёт через Кош-Агачский район, Курайскую долину и вокруг Чуйских Белков, где основой для активного отдыха и туризма являются снежные вершины Белухи и плато Укок с множеством археологических памятников. Кольцевые маршруты формируются вокруг заповедных территорий (ООПТ) и соединяют несколько локальных групповых систем населённых пунктов, рекреационных узлов, а также объединяют ряд рекреационных районов. Всего автором выделено рекреационных районов в Алтайском крае – четыре, в Республике Алтай – семь (два на первую очередь, три на расчётный срок и два для перспективного освоения), в Кемеровской области – три рекреационных района (один на первую очередь, один на расчётный срок и один на перспективу).

Следующий каркас – коммуникационный – сформирован на основе транспортных осей, среди которых выделяются широтные оси и меридиональные. Широтные оси: Транссибирская и Байкало-Амурская магистрали и формирующаяся сегодня связь Барнаул – Новокузнецк – Абакан. Меридиональные: Чуйский тракт, связывающий Новосибирск – Барнаул – Бийск – Горно-Алтайск – Кош-Агач и далее через Монголию в Китай, вторая транспортная ось связывает Томск – Кемерово – Новокузнецк.

Сельскохозяйственный каркас формируется в днищах межгорных котловин и степях вдоль Алтайского края [11] и юга Новосибирской области [13], а также межгорной ложбины р. Томи в Кемеровской области. В Кемеровской области угодья используются для растениеводства и молочно-мясного животноводства, размещаясь в границах полосы урбанизации Кемерово – Новокузнецк, вдоль р. Томи. Вдоль берегов Оби в границах Новосибирской области и Алтайского края расположены наиболее используемые сельскохозяйственные земли, имея вектор территориального развития в юго-западном направлении. Узлы этого каркаса формируются предприятиями, перерабатывающими продукцию сельского хозяйства, которые сосредоточены по осям Барнаул – Рубцовск и Барнаул – Бийск – Горно-Алтайск. Вторая крупная группа узлов сосредоточена вокруг Новосибирска с векторов территориального развития в южном направлении по оси Новосибирск – Черепаново. Третье по величине групповое размещение сельскохозяйственных узлов расположено в Томской области, в южном направлении по оси Томск – Юрга [15].

Сеть хозяйственных связей между урбанизированными узлами формируется на основе научно-производственных цепочек. Горнодобывающая специализация Новокузнецка обеспечивает сырьем (углём и металлами) металлургические

предприятия Кемерова, продукцией которого обеспечиваются машиностроительные предприятия другого научно-производственного узла – Новосибирска. Наиболее крупный научно-производственный узел Новосибирск выпускает технику и инструменты для сельскохозяйственных производств Алтайского края, оборудование для предприятий Новокузнецка и Кемерова, одновременно подготавливая специалистов на базе своих университетов (Новосибирский Академгородок, НГТУ и ряд других). В этом квадрате Новосибирск – Барнаул – Кемерово – Новокузнецк отдельную научно-образовательную специализацию имеет Томск, как научно-образовательный узел, ведущий научные разработки по ряду важных направлений.

Природно-ландшафтный каркас предлагается формировать на основе существующих особо охраняемых природных территорий с особыми условиями использования, которых насчитывается в Республике Алтай – семь [14], две – в Алтайском крае [11], одна – в Новосибирской области [13] и пятнадцать – в Кемеровской области [12]. В Томской области расположен один заповедник и пятнадцать заказников [15]. Эти территории являются ядрами экологического каркаса, имея глубинное размещение относительно коммуникационных осей, занимая горные возвышенности – места питания речной сети. Одновременно автор предлагает связать все узлы экологического каркаса в неразрывную сеть, используя прибрежные территории рек и существующие лесные массивы.

Прогноз развития осей каркаса расселения основан на влиянии природно-ландшафтных условий совместно с развитием хозяйственно-производственных отношений на рисунок линий транспортных связей и предполагает возникновение новых коммуникационных связей и развитие существующих во временной перспективе [10]. На первую очередь (ближайшие 10 лет) под действием рекреационного освоения будет происходить формирование транспортной связи от Горно-Алтайска через посёлок Турочак и горнолыжный курорт Шерегеш до Новокузнецка. В этот же период возможно усиление связи Новосибирск – Ленинск-Кузнецкий. Диагональная связь – Новосибирск – Астана (Казахстан). На расчётный срок (последующие 20 лет) будет происходить формирование коммуникационного коридора параллельно левому берегу Оби от Новосибирска в сторону Томска в продолжение меридионального коридора Чуйский тракт в северном направлении. На перспективу возможно формирование параллельного дублёра Чуйского тракта, проходящего Барнаул – Алейск – Чарышское – Усть-Кан – Усть-Кокса.

Прогнозная модель формирования перспективных узлов расселения получена методом наложения каркасов и сетей друг на друга [10]. Понимая матрицу ландшафта, следует выделить важную закономерность – потенциалом градостроительного развития обладают точки пересечения нескольких осей каркасов разной функционально-хозяйственной специализации (например, рекреационной, сельскохозяйственной и природно-ландшафтной). Рассматривая исследуемую территорию в более мелком масштабе, следует выделить ряд характерных пересечений планировочных осей. Пересечение оси коммуникационного каркаса с осью рекреационного каркаса и осью экологического каркаса (ленточный бор) позволяет говорить о развитии узла расселения в Рубцовске. На пересечении связи Горно-Алтайск – Шерегеш с природной осью (р. Бия)

возможно возникновение нового крупного рекреационного узла вблизи посёлка Турочак. Создание новых узлов – комплексов сельскохозяйственного производства – целесообразно на оси будущего коммуникационного коридора Новосибирск – Ленинск-Кузнецкий, в точках пересечения его оси с осями сельскохозяйственного каркаса (посёлки Владимировка и Журавлёво). На оси диагонального коммуникационного коридора от Новосибирска на Казахстан, в местах пресечения с природными осями (реками) и осями экологического и сельскохозяйственного каркасов, будут развиваться ряд новых узлов расселения. Наиболее перспективными узлами в отношении градостроительного развития следует считать посёлки Ордынское, Кочки и Карасук. Интенсивное развитие узлов расселения будет происходить на отрезке от Бийска до Горно-Алтайска в пределах коммуникационного коридора Чуйский тракт.

Выводы

Линии транспортных осей, проходя по днищам межгорных котловин параллельно береговой линии рек, пересекаются с природными осями, экологическими осями, сельскохозяйственными землями и рекреационными маршрутными направлениями, в этих пересечениях создаются предпосылки возникновения узлов расселения. Обозначив потенциально возможные места возникновения новых и развития существующих узлов, можно наиболее точно определить направление градостроительного развития Западной Сибири.

Библиографический список

1. *Hillier B., Hanson Ju.* The social logic of space. Bartlett School of Architecture and Planning. London : University College London, 2003. 296 p.
2. *Hillier B.* Space is the machine. London : University College London, 2007. 368 p.
3. *McHarg.* Desing with nature. New York : Natural History Press Doubleday & Company, Inc., 1971. 198 p.
4. *Большаков А.Г.* Градостроительная организация ландшафта как фактор устойчивого развития территории : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры: 05.23.22. Москва : Московский архитектурный институт (государственная академия), 2003. 424 с.
5. *Владимиров В.В.* Расселение и экология. Москва : Стройиздат, 1996. 392 с.
6. *Катионов Ю.Н.* Московско-Сибирский тракт на картах, чертежах и рисунках. XVIII–XIX вв. Новосибирск : Изд-во НГПУ, 2006. 186 с.
7. *Митягин С.Д.* Градостроительство. Эпоха перемен. Санкт-Петербург : Зодчий, 2016. 280 с.
8. *Резун Д.Я., Василевский Р.С.* Летопись сибирских городов. Новосибирск : Новосибирское книжное изд-во, 1989. 304 с.
9. *Ременцов А.Н., Савельев Ю.Е.* Из истории создания Великого Транссибирского железнодорожного пути (вековой юбилей Транссиба). Москва : МАДИ (ГТУ), 2003. 70 с.
10. *Скрябин П.В.* К методологии градостроительного планирования Юга Сибири // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 6. С. 59–69.
11. *Схема территориального планирования Алтайского края* (утверждена постановлением Правительства Алтайского края № 485 от 30.11.2015) // Федеральная государственная информационная система территориального планирования. URL: https://fgistp.economy.gov.ru/?show_document=true&doc_type=npa&uin=01000000020102201512070 6 (дата обращения: 10.03.2020).
12. *Схема территориального планирования Кемеровской области* (утверждена постановлением Правительства Кемеровской области № 458 от 19.11.2009) // Федеральная

государственная информационная система территориального планирования. URL: https://fgistp.
economy.gov.ru/?show_document=true&doc_type=npa&uin=32000000020102201304301 8 (дата обращения: 10.03.2020).

13. *Схема территориального планирования Новосибирской области* (утверждена постановлением Правительства Новосибирской области № 339-па 07.09.2009) // Федеральная государственная информационная система территориального планирования. URL: https://fgistp.economy.gov.ru/?show_document=true&doc_type=npa&uin=5000000002010 22012032707 (дата обращения: 10.03.2020).
14. *Схема территориального планирования Республики Алтай* (утверждена постановлением Правительства Республики Алтай № 566 от 22.11.2018) // Федеральная государственная информационная система территориального планирования. URL: https://fgistp.economy. gov.ru/?show_document=true&doc_type=npa&uin=84000000020102201811282 (дата обращения: 10.03.2020).
15. *Схема территориального планирования Томской области* (утверждена постановлением администрации Томской области № 204А от 08.07.2011) // Федеральная государственная информационная система территориального планирования. URL: https://fgistp.economy. gov.ru/?show_document=true&doc_type=npa&uin=69000000020102201203010 2 (дата обращения: 10.03.2020).

REFERENCES

1. *Hillier B., Hanson Ju.* The social logic of space. Bartlett School of Architecture and Planning. London: University College London, 2003. 296 p.
2. *Hillier B.* Space is the machine. London: University College London, 2007. 368 p.
3. *McHarg.* Design with nature. New York: Natural History Press Doubleday & Company, Inc., 1971. 198 p.
4. *Bol'shakov A.G.* Gradostroitel'naya organizatsiya landshafta kak faktor ustoichivogo razvitiya territorii: dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni doktora arkhitektury [Urban planning landscape organization as a factor of sustainable territory development. DSc Thesis]. Moscow, 2003. 424 p. (rus)
5. *Vladimirov V.V.* Rasselenie i ekologiya [Settlement and ecology]. Moscow: Stroiizdat, 1996. 392 p. (rus)
6. *Kationov Yu.N.* Moskovsko-Sibirskii trakt na kartakh, chertezhakh i risunkakh. XVIII–XIX vv. [Moscow-Siberian road on maps, drawings and sketches. The 18–19th centuries]. Novosibirsk: NGPU, 2006. 186 p. (rus)
7. *Mityagin S.D.* Gradostroitel'stvo. Epokha peremen [Urban planning. The era of changes]. Saint-Petersburg: Zodchii, 2016. 280 p. (rus)
8. *Rezun D.Ya., Vasilevskii R.S.* Letopis' sibirskikh gorodov [Chronicle of Siberian cities]. Novosibirsk, 1989. 304 p. (rus)
9. *Rementsov A.N., Savel'ev Yu.E.* Iz istorii sozdaniya Velikogo Transsibirskogo zheleznodorozhnogo puti (vekovoi yubilei Transsiba) [The history of Great Trans-Siberian railway (the Transsib centennial anniversary)]. Moscow: MADI, 2003. 70 p. (rus)
10. *Skryabin P.V.* K metodologii gradostroitel'nogo planirovaniya Yuga Sibiri [Methodology of regional planning of southern Siberia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Journal of Construction and Architecture*. 2019. V. 21. No. 6. Pp. 59–69. (rus)
11. Skhema territorial'nogo planirovaniya Altaiskogo kraya (utverzhdena postanovleniem pravitel'stva Altaiskogo kraya N 485 ot 30.11.2015) [Territorial plan of the Altay Krai (approved by the Altay Krai government]. Federal'naya gosudarstvennaya informatsionnaya sistema territorial'nogo planirovaniya. Available: https://fgistp.econo-my.gov.ru/?show_document=true&doc_type=npa&uin=01000000020102201512070 6 (accessed March 10, 2020).
12. Skhema territorial'nogo planirovaniya Kemerovskoi oblasti (utverzhdena postanovleniem pravitel'stva Kemerovskoi oblasti N 458 ot 19.11.2009) [Territorial plan of the Kemerovo region (approved by the Kemerovo region government]. Federal'naya gosudarstvennaya informatsionnaya sistema territorial'nogo planirovaniya. Available: https://fgistp. (accessed March 10, 2020).

13. Skhema territorial'nogo planirovaniya Novosibirskoi oblasti (utverzhdena postanovleniem pravitel'stva Novosibirskoi oblasti N 339-pa 07.09.2009) [Territorial plan of the Novosibirsk region (approved by the Novosibirsk region government]. Federal'naya gosudarstvennaya informatsionnaya sistema territorial'nogo planirovaniyaAvailable: economy.gov.ru/?show_document=true&doc_type=npa&uin=32000000020102201304301 8 (accessed March 10, 2020).
14. Skhema territorial'nogo planirovaniya Respubliki Altai (utverzhdena postanovleniem pravitel'stva Respubliki Altai N 566 ot 22.11.2018) [Territorial plan of the Republic of Altai (approved by the Republic of Altai government]. Federal'naya gosudarstvennaya informatsionnaya sistema territorial'nogo planirovaniya. Available: https://fgistp.economy.gov.ru/?show_document=true&doc_type=npa&uin=84000000020102201811282 (accessed March 10, 2020).
15. Skhema territorial'nogo planirovaniya Tomskoi oblasti (utverzhdena postanovleniem administratsii Tomskoi oblasti N 204A ot 08.07.2011) [Territorial plan of the Tomsk region (approved by the Tomsk region government]. Federal'naya gosudarstvennaya informatsionnaya sistema territorial'nogo planirovaniya. Available: https://fgistp.economy.gov.ru/?show_document=true&doc_type=npa&uin=69000000020102201203010 2 (accessed March 10, 2020).

Сведения об авторе

Скрябин Павел Владимирович, канд. архитектуры, доцент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4, paulskryabin@yandex.ru

Author Details

Pavel V. Skryabin, PhD, A/Professor, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, Saint-Petersburg, Russia, paulskryabin@yandex.ru

УДК 72.026.2 DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-75-84

Н.С. СОИНА,
Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ КРЕПОСТИ СУДЖУК-КАЛЕ

Представлены результаты историко-архитектурных исследований и научная гипотеза о месте расположения и архитектурно-пространственной организации утерянной средневековой крепости, которая находилась на территории современного города Новороссийска. Проблема исследования заключается в том, что известные сегодня сведения об этом объекте противоречат тем данным, которые в настоящий момент могут являться основанием для правильного трактования и дальнейшего изучения истории возникновения рассматриваемых сооружений. Путаницу вносит тот факт, что на территории современного Новороссийска в непосредственной близости друг от друга было расположено четыре крепостных сооружения, возведённых практически в одно и то же время. Научный интерес сосредоточен на одной из этих крепостей, а именно Суджук-Кале. В статье описываются результаты архивных изысканий, свидетельствующие об отсутствии точных данных о месте расположения и архитектурно-пространственной организации крепости, приводится сравнительный анализ описаний путешественников и аэрофотосъемки различных периодов, на основании которых проведено уточнение размеров всего сооружения и формы отдельных его составляющих, а также осуществлено сравнение полученных данных с архитектурно-пространственной организацией других средневековых крепостей этого периода. Результаты проведенных исследований позволили установить тип рассматриваемого сооружения, его форму, размеры, материал крепостных стен, наличие рва вокруг крепости, четырех башен по углам и четырех входов в крепость, расположенных по сторонам света. Полученные результаты позволили систематизировать имеющуюся информацию, дополнить ее новыми данными, сформировать компьютерную модель и осуществить виртуальную реконструкцию средневековой крепости Суджук-Кале.

Ключевые слова: крепость; башня; Северо-Восточное Причерноморье; фортификационные сооружения; Суджук-Кале.

Для цитирования: Соина Н.С. Виртуальная реконструкция крепости Суджук-Кале // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 75–84.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-75-84

N.S. SOINA,
The Academy of Architecture and Arts of Southern Federal University

VIRTUAL RECONSTRUCTION OF SUDZHUK-KALE FORTRESS

The article presents the results of historical and architectural research into and a scientific hypothesis about the location and architectural and spatial organization of the lost medieval fortress in Novorossiysk. The problem is that information about this object contradicts the data that can currently underlie the correct interpretation and study of the fortress history. Confusion is caused by the fact that four fortifications on the territory of modern Novorossiysk locate in close proximity to each other. They are built almost at the same time. The article focuses on the Sudjuk Kale fortress. The results of archival research show the lack of accurate data on the location and spatial organization of the fortress. The comparative analysis includes the description of travelers and aerial photographs of different periods that clarify the entire structure and shape of the

© Соина Н.С., 2020

fortress components, and the data on the architecture and spatial organization of other medieval fortresses. The research results determine the structure, shape, size, material of the fortress walls, the presence of the moat around the fortress, four towers at the corners and four entrances at the cardinal points. The obtained results include the new data, computer model and virtual reconstruction of the Sudjuk-Kale fortress.

Keywords: tower; North-East Black Sea area; fortification, Sudjuk-Kale fortress.

For citation: Soina N.S. Virtual"naya rekonstruktsiya kreposti Sudzhuk-Kale [Virtual reconstruction of Sudzhuk-Kale fortress]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 75–84.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-75-84

Актуальность представленного исследования заключается в необходимости максимального уточнения, сохранения и восстановления сведений об утерянных историко-архитектурных памятниках средневекового зодчества, находящихся на территории Северного Причерноморья. Целью исследования является выявление достоверной информации, позволяющей наиболее точно охарактеризовать архитектурно-пространственную организацию крепости для формирования модели виртуальной реконструкции утраченного средневекового сооружения.

Своим названием крепость Суджук-Кале обязана турецким военным, которые были последними, кто использовал это сооружение в качестве форпоста.

Многие путешественники и историки оставили различные воспоминания о своем пребывании в этих местах. Это были как небольшие заметки о местности, где упоминается ее название и само архитектурное сооружение, так и непосредственно большие научные труды, которые были направлены на описание местности, начиная с рельефа и заканчивая зарисовками жилых сооружений [1]. Такие источники содержат в себе богатый исторический материал, который направлен не только на изучение истории, но и на исследование таких направлений, как архитектура, военное дело, этногенез и пр.

Начиная с XIII в. Кавказ посещало множество исследователей и путешественников, таких как Марко Поло, Рубрук, Контарини, Пеголлоти и многие другие [2].

Рассматриваемая крепость располагалась на территории современного Новороссийска, на том месте, где сейчас находится мемориальный комплекс «Малая Земля». Доказательством наличия здесь крепости служат почти исчезнувшие следы от стен и башен, а также ров, который был вырыт вокруг фортификационного сооружения (рис. 1).

На представленных фотографиях отчётливо видна степень исчезновения доказательств наличия на этом месте какого-либо сооружения.

Рассматриваемая крепость является одним из многих памятников архитектурного наследия, данные о которых очень скудны и противоречивы. Отсутствие такого факта, как фактографический материал, делает это исчезнувшее строение неизвестным. Даже информация, полученная в результате археологических раскопок, не может приблизить наше понимание о правильной интерпретации полученных фактов.

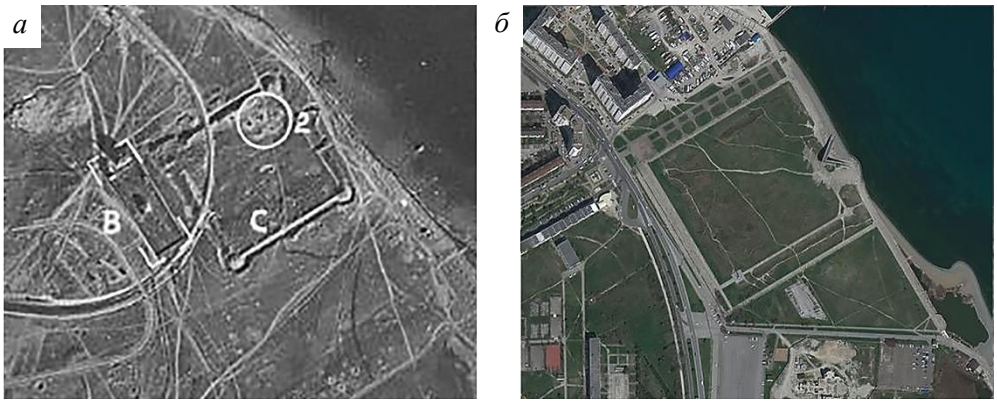


Рис. 1. Фрагмент немецкого аэрофотоснимка 1941 г. (*а*) (URL: https://pastvu.com/p/89685); фото 2020 г. (*б*) (URL: https://yandex.ru/maps)

Во многих источниках это сооружение обозначено как Суджук-Кале, и соответственно поиск информации об этом сооружении выдаёт различные типы описаний. Но в представленном исследовании автор опирается только на факты, которые не противоречат основным принципам возведения таких монументальных сооружений. Доподлинно известно, что в Средние века всё восточное побережье было покрыто генуэзскими факториями, от Анапы до Себастополиса (нынешнего Сухуми) их насчитывалось около 39.

Так в одном из источников мы читаем: «Что же касается до самой крепости, то она состоит из большого четырёхугольника, обнесённого несколькими башнями. “Это старое гнездо, – говорили горцы, – построено не за нашу память, какими-то франками…”» [3]. Очень странно было бы, если бы местные жители турок называли франками. Известно, что в VIII в. территория Генуи была занята франками. Благодаря итальянской кампании, проведённой Наполеоном Бонапартом в 1797 г., Лигурия переходит в состав Франции [4].

Опираясь на вышеизложенный факт и сопоставив это с фотоснимком (рис. 1, *а*), можно предположить, что это сооружение первоначально было итальянским, т. е. построено по римскому типу и возведено по всем правилам строительства фортов. Характерные черты для таких укреплений: правильная форма, чаще в виде прямоугольника, реже – квадрата, стены всегда возводились в соответствии со сторонами света; по углам располагались башни, которые были выше стен и с которых отлично просматривались окрестности; вокруг сооружения, в большинстве случаев, был ров, иногда их было два; и тот факт, что на представленном фотоснимке чётко прослеживается ров, поворачивающий в сторону, также является очередным фактом не в пользу турецкого происхождения этого объекта. Такая форма рва, как правило, сооружалась в том месте, где находились главные ворота [5]. Входная часть фортов сильно варьировалась, одни были окружены рвами, другие нет, но перед большинством имелся вал, чтобы враги не могли напасть на ворота. Эта основная модель возведения такого рода фортификационных сооружений ещё долго сохранялась после падения Римской империи. Она прослеживается в возведении многих средневековых замков. Если

брать за основу только характерные для римского форта черты, можно получить стандартный вид этого сооружения (рис. 2).

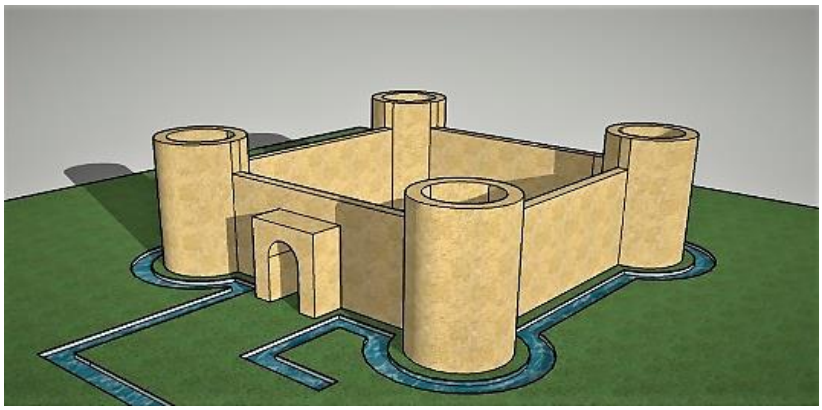


Рис. 2. Схема типичного римского форта (схема выполнена автором)

При изучении различных документов было найдено ещё одно описание крепости Суджук-Кале: «Крепость была сложена из кирпича и имела форму квадрата, со стороной 210 м. Диагонали квадрата были направлены по сторонам света. На углах располагались четыре пятигранные башни, имевшие форму бастионов. Высота крепостной стены в пределах 10 м, ширина стен – 4 м, венчал стену парапет зубчатой формы с бойницами. Все четыре угла крепости завершались пятигранными башнями с бастионами – долговременными укреплениями, которые в верхней части были обрамлены пятигранным парапетом с бойницами трапециевидной формы в виде секторов для ведения артиллерийского огня. Бастионные площадки позволяли размещать восемь-десять пушек и осуществлять прицельную стрельбу по определенным направлениям. У подножья крепостных стен был выкопан шестиметровый ров. На всем протяжении ров с внешней стороны по верхней кромке обвалован» [6]. Ещё одно упоминание о Суджук-Кале: «До взятия Анапы Русскими войсками, на мысе, противоположном Дообе, была Турецкая крепость, состоявшая из небольшого четырехугольного замка или редута, обнесенного кирпичною стеною. Укрепление это было разорено нашими войсками в 1829 году, и с тех пор этот редут представляет едва приметные развалины» [7].

Подробные описания этого сооружения в разных источниках не дают права сомневаться в том, что этот форт был турецким. Действительно, при измерении сторон площадки мемориального комплекса «Малая Земля», где располагался форт, расстояние между «башнями» соответствует 210 м. «Башни» имели форму пятигранника бастионного типа, т. е. в плане должен быть изображён «пентагон». С этого момента надо помнить, что по документам строительство крепости было закончено в 1722 г., когда бастионная система уже кардинально изменила свои формы.

В источнике читаем, что крепость бастионного типа представляла собой достаточно крупное замкнутое фортификационное сооружение, состоящее из

определенного количества бастионов, соединенных между собой куртинами (стенами). Высокие башни в таких крепостях отсутствуют. Кроме того, в систему входили рвы и равелины (сооружения треугольной формы, прикрывавшие куртины, которые являлись наиболее уязвимыми местами крепости) [8, 9]. Но в наших описаниях чётко указаны башни бастионного типа, которые никак не могут быть выглядеть как бастионы классической формы (рис. 3).

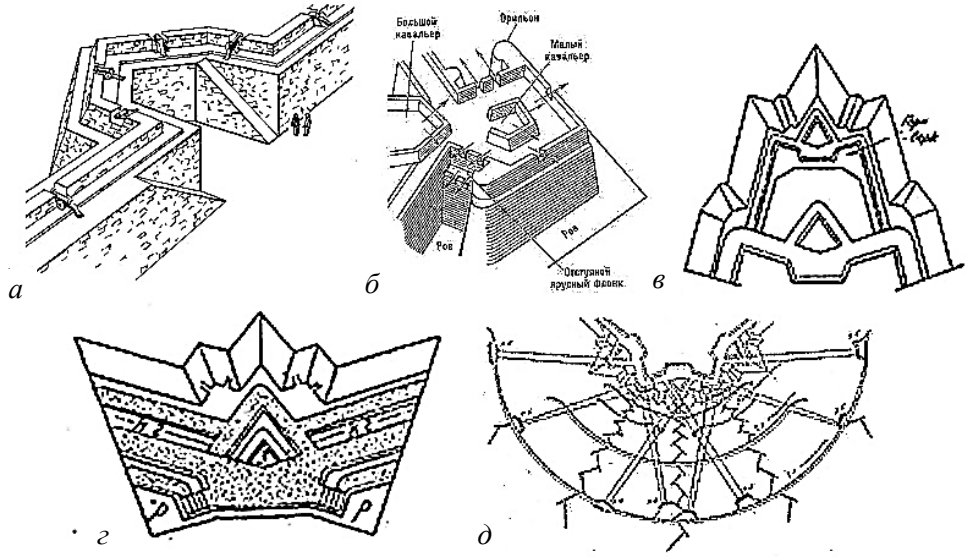


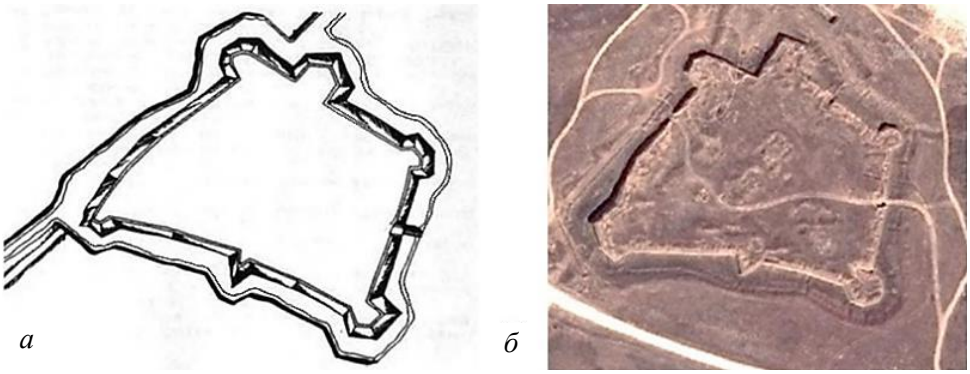
Рис. 3. Типы бастионов:
а – ранний бастион итальянской системы; *б* – усовершенствованный бастион итальянской системы (URL: http://samlib.ru/img/k/krasilxnikow_o_j/fortbast/index.shtml); *в* – голландская система; *г* – французская система; *д* – бастион эпохи Вобана (1653–1707) [9, С. 47, 50, 62]

Если совместить аэрофотоснимок 1941 г. (см. рис. 1, *а*) с любым типом бастионов, то наиболее точно совпадут формы *а* и *б*, а это – классическая итальянская система, которая встречается на изображениях крепостных стен Генуи XIII в. Если привести пример остальных систем, например голландской или французской, то должны остаться совершенно другие формы. Такие характерные следы можно увидеть на остатках Павловской крепости в Ростовской области, которая была возведена в 1701 г. (рис. 4).

Рассмотрим единственную татаро-турецкую крепость, возведённую на территории Республики Крым в акватории Азовского моря. Первые упоминания крепости Арабат (рис. 5) начинаются с 1519 г. [10].

О крепости Арабат известно немного: «Крепость бастионного типа; в плане близка к трапеции. Шесть бастионов с куртинами в нижней части обложены блоками известняка. Кладка порядовая, блоки хорошо обработаны и тщательно подогнаны друг к другу. Вокруг крепости проходит ров, соединённый каналом с морем. В крепость вели одни ворота. От построек внутри крепости – мечети, дома коменданта, казарм и складов – остались руины» [11].

Рис. 4. Павловска крепость (1701 г.) (URL: https://yandex.ru/maps)



а *б*

Рис. 5. Татаро-турецкая крепость Арабат:
а – план крепости [11]; *б* – следы крепости (URL: https://yandex.ru/maps)

Описание Арабатской крепости практически совпадает с описанием Суджук-Кале. Но разница между ними колоссальная: 1) крепость Арабат не имеет правильной формы, а Суджук-Кале, наоборот, имеет в плане правильный квадрат, ориентированный по сторонам света; 2) в крепости Арабат всего одни ворота, в то время как в Суджук-Кале их было четверо: на южной стороне – ворота для орудийных систем и тюрьмы, в восточной части крепости – главные ворота, на западной стороне – Константинопольские ворота, на стороне северной крепостной куртины были оборудованы входные ворота для местного населения [12].

Надо понимать, что в 1722 г. практически всё Черноморское побережье было под властью Османской империи, и поэтому турки вели активное строительство в стратегически важных местах. Эти места они особо не выбирали и свои крепостные стены строили, как правило, на месте уже существующего поселения – и это логично. Захватив город или населённый пункт, не надо

с нуля возводить жилища или общественные здания, а просто нужно их «перепрофилировать». Один из ярких примеров – это собор Св. Софии в Константинополе, когда из православного храма сделали мечеть. Такой участи подвергались все как значимые, так и малозначимые места поселения. Но в случае захвата определённых городов-крепостей (Азов, Анапа, Тамань и др.) турки выстраивали свои крепостные стены, при этом расширяя границы территорий. Такой участи была подвергнута территория генуэзской фактории Мапа (современная Анапа), её размеры от первоначальных были увеличены примерно в 2,5–3 раза. Если брать как пример Тану (современный Азов), то здесь турецкой крепостью были объединены генуэзская и венецианская колонии [13]. И такой подход к освоению территорий прослеживается во всех средневековых поселениях, занимаемых турками. Ни одна из таких крепостей никогда не имела правильных границ, чего не скажешь о Суджук-Кале. И здесь опять встаёт вопрос о происхождении этого фортификационного сооружения, а такое ли оно турецкое? Может, эта крепость была возведена генуэзцами [14], а затем занята турецким ханом, которого устроили все конструктивные особенности этого сооружения, за исключением некоторых архитектурных элементов? Так над главными воротами появляется мемориальная доска [15], которая гласит: «Падишах Запада и Востока… третий падишах Завоевавший Иран и Гурджистан… в период его правления создано множество красивого. Для крепости Согуджак он издал приказ о начале строительства. Эта новая крепость стала преградой на пути врагов. И пусть Аллах даст ей долгую жизнь Рашид по окончании строительства указал такую дату… Властелин Ахмет Хан…» [12].

На основании результатов архивных изысканий и фотографий была построена компьютерная модель одной из башен, которые в источниках описаны как пятигранные. При построении по известным параметрам полученная модель никак не вписывается в план сооружения. Скорее всего, башни были шестигранными. Можно предположить, что в источниках башни были описаны по количеству возведённых стен, а не по форме в плане (рис. 6). А так как все башни были открытыми, то и произошла нестыковка в количестве сторон. Подтверждением подобной формы башен (только восьмигранные) являются итальянские замки XIII в., например замок Кастель-дель-Монте, выполненный в готическо-арабском стиле [16].

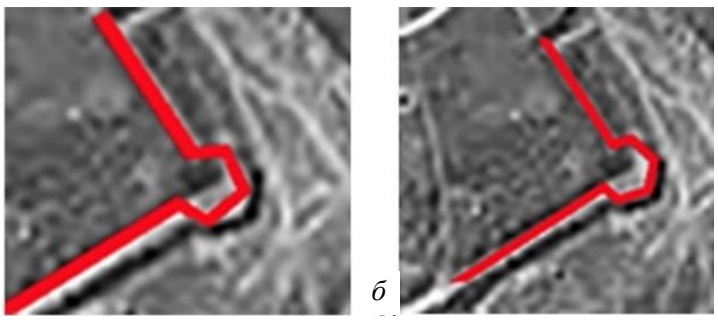


Рис. 6. Форма башен (рисунок автора):
а – пятигранная; *б* – шестигранная

С учетом всех вышеизложенных фактов и сделанных выводов осуществлена виртуальная реконструкция форта Суджук-Кале, максимально приближённая к оригиналу (рис. 7).

Рис. 7. Реконструкция Суджук-Кале (реконструкция автора)

Проведенная виртуальная реконструкция основана на поиске и сравнении информационного материала, а также записок и зарисовок, полученных из архивов, сопоставлении на выявлении одинаковых или противоречивых фактов, изучении средневековых портуланов и современных аэрофотосъемок.

На основании полученных результатов построена 3D-модель крепостного сооружения, где визуально восстановлены крепостные стены, угловые башни (типа «бастион»), основные и вспомогательные ворота. Предпринята попытка восстановления внутреннего планировочного решения, которое согласуется с особенностями территории, где учтена специфика жилья того времени, на основании которой и была предложена внутренняя застройка крепости с учетом выявленных фортификационных и декоративных элементов. Полученная модель позволяет визуально восстановить размеры и особенности сооружения, передать характер и атмосферу крепостей XIII–XIV вв. на территории Северного Причерноморья.

Вывод

Крепость на территории мемориального комплекса «Малая Земля» в Новороссийске можно с большой уверенностью отнести к итальянскому типу военно-фортификационного сооружения, которое было расположено в стратегически важном для экономических торговых отношений месте. На основании приведенных выше архивных материалов, рисунков, чертежей, фотографий, фотограмметрической съемки местности можно сделать следующие выводы:

1. Турецкая крепость Суджук-Кале была полностью возведена на фундаменте генуэзской крепости, которая располагалась здесь до завоевания этих территорий Османской империей.

2. Суджук-Кале была частично восстановлена из остатков генуэзской крепости.

3. Крепость не строилась и не перестраивалась, а подверглась небольшим конструктивным и декоративным изменениям, которые никак не могли повлиять на внешний облик сооружения.

4. В плане крепость представляла собой квадрат со стороной 210 м, имела ров по периметру, стены высотой 10 и шириной 4 м с башнями шестигранной формы по углам. По каждой стороне крепости располагались ворота, главные ворота находились в восточной части крепости.

5. Полученные результаты исследований позволили создать компьютерную модель сооружения и виртуально восстановить внешний облик этого утерянного историко-архитектурного памятника Суджук-Кале, расположенного на территории Северо-Восточного Причерноморья России.

Библиографический список

1. *D.D. Montpereux* Voyage autor de Caucase, Paris : Librairie de Gide, 1839.
2. *Полиевктов М.* Европейские путешественники XIII–XVIII вв. по Кавказу / Научно-исследовательский ин-т кавказоведения им. акад. Н.Я. Марра. Тифлис : Акад. наук СССР, 1935.
3. *Надлер В.* Дюк де-Ришелье на Кавказе. Основание Новороссийска. Одесса : Типография В. Кирхнера, 1893. С. 4.
4. *Военная энциклопедия*. Санкт-Петербург : Сытин И.Д., 1910. С. 133.
5. *Кюи Ц.* Краткий исторический очерк долговременной фортификации. Санкт-Петербург : Имперская Академия наук, 1897. С. 21.
6. *РГВИА*. Ф. 450. Оп. 1. Д. 513. Л. 1.
7. *Сафронов С.В.* Поездка к восточным берегам Чёрного моря на корвете «Ифигиния». Одесса, 1837.
8. *Веремеев Ю.Г.* Анатомия армии. Крепости бастионного типа XVI–XIX веков. Часть 1. 2000. URL: http://army.armor.kiev.ua/fort/krepost-bastion.php (дата обращения: 14.05.2020).
9. *Яковлев В.В.* Эволюция долговременной фортификации. Москва : Государственное военное изд-во, 1931.
10. *Послыхалин А.* Военно-исторический интернет-портал. Крымская крепость Арабат сквозь мглу времён. Часть 1 (нач. XVI – кон. VII в.). 2014. URL: https://mil.sevhome.ru (дата обращения: 15.05.2020).
11. *Жариков Н.Л. и др.* Памятники градостроительства архитектуры Украинской ССР : иллюстративно-справочный каталог. Т. 2. Киев : Будівельник, 1983. С. 333.
12. *Степко Л.* Суджук-Кале: неизвестное об известном. Санкт-Петербург : Остров, 2012. С. 119.
13. *Иевлева О.Т., Соина Н.С.* Венецианская Тана в Средние века // Инженерный вестник Дона. 2019. № 9.
14. *Фелицын Е.Д.* Некоторые сведения о генуэзских поселениях в Кубанской области с картами XIV–XV столетий // Кубанский сборник. Екатеринодар. Т. 5.
15. *Кавказские истории.* История Новороссийска (крепость Суджук-Кале), 2018. URL: https://zen.yandex.ru/media/simple_history/istoriia-novorossiiska-krepost-sudjukkale-5b0955111aa80cb7853692c0 (дата обращения: 14.05.2020).
16. *Шуази О.* История архитектуры. 5-е изд. Москва : В. Шевчук, 2009.

REFERENCES

1. D.D. Montpereux Voyage autor de Caucase, Paris: Librairie de Gide, 1839.
2. *Polievktov M.* Evropeiskie puteshestvenniki XIII–XVIII vv. po Kavkazu [European travelers in the 13–18th centuries to the Caucasus]. Tiflis: Akad. nauk SSSR, 1935. (rus)
3. *Nadler V.* Dyuk de-Rishel'e na Kavkaze. Osnovanie Novorossiiska [Duke de Richelieu in the Caucasus. Foundation of Novorossiysk]. Odessa: Tipografiya V. Kirkhnera, 1893. P. 4. (rus)
4. Voennaya entsiklopediya [Military Encyclopedia]. Saint-Petersburg: Sytin I.D., 1910. P. 133 (rus)
5. *Kyui Ts.* Kratkii istoricheskii ocherk dolgovremennoi fortifikatsii [A brief historical essay on the long-term fortification]. Saint-Petersburg: Imperskaya Akademiya nauk, 1897. P. 21. (rus)
6. RGVIA [Russian State Military Historical Archive]. Form 450. List 1. Proc. 513. P. 1. (rus)
7. *Safronov S.V.* Poezdka k vostochnym beregam Chernogo morya na korvete "Ifiginiya" [Travel by "Iphigenia" corvette to eastern shores of the Black Sea]. Odessa, 1837. (rus)
8. *Veremeev Yu.G.* Anatomiya armii. Kreposti bastionnogo tipa XVI–XIX vekov [Anatomy of the army. Bastion type fortresses of the 16–19th centuries]. Pt. 1, 2000. Available: http://army.armor.kiev.ua/fort/krepost-bastion.php (accessed May 14, 2020). (rus)
9. *Yakovlev V.V.* Evolyutsiya dolgovremennoi fortifikatsii [The evolution of long-term fortification]. Moscow: Gosudarstvennoe voennoe izdatel'stvo, 1931. (rus)
10. *Poslykhalin A.* Voenno-istoricheskii internet-portal. Krymskaya krepost' Arabat skvoz' mglu vremen. Pt 1 (nach. XVI – kon. VII v.) [A military-historical Internet portal. Crimean fortress Arabat through the mist of time. Pt 1 (early 16th and late 7th centuries)]. Available: https://mil.sevhome.ru. (accessed May 15, 2020) (rus)
11. *Zharikov N.L., et al.* Pamyatniki gradostroitel'stva arkhitektury Ukrainskoi SSR [Monuments of urban planning architecture of the Soviet Republic of Ukrainine], vol. 2. Kiev: Budivel'nik, 1983. (rus)
12. *Stepko L.* Sudzhuk-Kale: neizvestnoe ob izvestnom [Sujuk-Kale: unknown about known]. Saint-Peterburg: Ostrov, 2012.
13. *Ievleva O.T., Soina N.S.* Venetsianskaya Tana v Srednie veka [Venetian Tana in the Middle Ages]. *Inzhenernyi vestnik Dona*. 2019. No. 9. (rus)
14. *Felitsin E.D.* Nekotorye svedeniya o genuezskikh poseleniyakh v Kubanskoi oblasti s kartami XIV-XV stoletii [Information on Genoese settlements in the Kuban region with maps of the 14–15th centuries], vol. 5. Kubanskii sbornik. Ekaterinodar. (rus)
15. Kavkazskie istorii. Istoriya Novorossiiska (krepost' Sudzhuk-Kale) [Caucasian stories. History of Novorossiysk (Suzhuk-Kale Fortress)]. Available: https://zen.yandex.ru/media/simple_history/istoriia-novorossiiska-krepost-sudjukkale-5b0955111aa80cb7853692c0 (accessed May 14, 2020). (rus)
16. *Choisy A.* Istoriya arkhitektury [The history of architecture], 5th edition, Moscow: V. Shevchuk, 2009. (transl. from Fr.)

Сведения об авторах

Соина Наталья Сергеевна, ст. преподаватель, Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета, 344080, г. Ростов-на-Дону, пр. Буденновский, 39, nssoina@sfedu.ru

Authors Details

Natal'ya S. Soina, Senior Lecturer, The Academy of Architecture and Arts of Southern Federal University, 39, Budennovskii Ave., 344080, Rostov-on-Don, Russia, nssoina@sfedu.ru

УДК 711(72.03:725) DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-85-93

К.В. КАКУНЕЦ,
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВЕННО-АДМИНИСТРАТИВНОГО ЦЕНТРА МОСКОВСКОГО РАЙОНА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Райсовет Московского района, построенный в Ленинграде в 1930-х гг., является примером уникального типа объектов советской эпохи с точки зрения их функционального назначения и роли в градостроительной структуре городов, в том числе в Ленинграде. Здание райсовета – центрального элемента районного центра, а в дальнейшем и общественно-административной зоны в целом проектировалось с учётом основных градостроительных особенностей пространственной организации. Цель настоящей работы – выявление особенностей общественно-административного центра Московского района и использование полученных результатов в проектировании новых общественно-административных центров.

При изучении данных особенностей была учтена история формирования исследуемой территории, а также применён графический анализ в качестве основного аналитического подхода. С учетом накопленного опыта и полученных результатов проектирование современных общественных центров может быть качественно улучшено. Предложение по созданию зоны общественного центра Московского района также может повысить качество использования существующей территории около здании администрации Московского района.

Ключевые слова: градостроительные особенности архитектуры 1920–1950 гг. в Ленинграде; районные центры в Ленинграде; райсовет Московского района.

Для цитирования: Какунец К.В. Градостроительные особенности пространственной организации общественно-административного центра Московского района в Санкт-Петербурге // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 85–93.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-85-93

K.V. KAKUNETS,
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

SPATIAL ORGANIZATION OF ADMINISTRATION BUILDING IN LENINGRAD

The administrative building, built in Leningrad in the 1930s, is an example of Soviet buildings unique from the point of view of their functional purpose. This building, a central element of the Moskovskii region (Lerningrad) is designed with regard to the urban spatial organization. The results of this study can be used in the design of new administration buildings in the country. The history of the territory formation is considered, and a graphical analysis is utilized as the main analytical approach. Based on the gathered experience and the obtained results, the quality of the modern administration buildings can be significantly improved. The paper proposes to create a specific territory around the administrative building of the Moskovskii region that can be used more appropriately.

© Какунец К.В., 2020

Keywords: town-planning concept; Leningrad; administrative building; the Moskovskii region.

For citation: Kakunets K.V. Gradostroitel"nye osobennosti prostranstvennoi organizatsii obshchestvenno-administrativnogo tsentra Moskovskogo raiona v Sankt-Peterburge [Spatial organization of administration building in Leningrad]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 85–93.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-85-93

В 1920–1950 гг. в Ленинграде проектирование новых районов осуществлялось по определённым правилам, где основным «костяком» являлись магистрали, проектирование велось целыми кварталами, а районам был необходим центральный градостроительный элемент – районный центр.

Генеральный план развития Ленинграда 1935 г. под руководством архитектора Л.А. Ильина, а в последующем изменённый и доработанный генеральный план развития Ленинграда 1939 г. под руководством архитектора Н.В. Баранова предполагал проектирование системы ансамблей нового городского центра и соразмерное росту города развитие существующего центра на юг [1].

Одним из важнейших элементов являлась главная ось – магистраль городского значения: Международный проспект (от Сенной площади до Рощинской улицы), переходящий в Московское шоссе, с 1956 г. объединённые в проспект Сталина, современный – Московский проспект. Эта магистраль связывала исторический центр города и его новый центр, который планировалось построить на юге города.

Освоение территории шло с севера на юг, по основной магистрали – Московскому проспекту – до центральной площади у Дома Советов.

В это же время шло изменение в административном делении города: 15 июня 1930 г. по решению Президиума Ленсовета от 17 мая 1930 г. был разукрупнен Московско-Нарвский район с образованием двух районов: Нарвского и Московского [2].

В связи с разукрупнением Московско-Нарвского района встал вопрос о строительстве нового здания райсовета Московского района.

Участок под строительство здания райсовета был выбран в непосредственной близости к главной магистрали – Международному проспекту, на пересечении с Рощинской улицей, где до 1917 г. проходила южная граница города [3].

Здание райсовета строилось в 1930–1935 гг. по проекту архитекторов И.И. Фомина, В.Г. Даугуля, Б.М. Серебровского в стиле конструктивизм с классицистическими реминисценциями в духе ар-деко [4]. На противоположной стороне Московского проспекта в 1930–1931 гг. было выстроено здание клуба Союза Металлистов – Дома культуры им. Ильича по проекту архитектора Н.Ф. Демкова в стиле модернизм [5].

Следует отметить, что здания Совета и Дома культуры строились в те годы, когда ещё не было конкретной проектной разработки большого массива нового строительства по обе стороны Московского проспекта, южнее окружной железнодорожной линии. В то время только ещё намечались возможные пути развития всего города, и в том числе южных его частей. К югу от железной

дороги было начато строительство лишь небольшой группы зданий у завода «Электросила».

Таким образом, к моменту разработки перепланировки участка, примыкающего к Рощинской улице в 1939 г., архитекторы должны были считаться с уже выстроенными зданиями Совета Московского района и Дома культуры им. Ильича [6] (рис. 1).

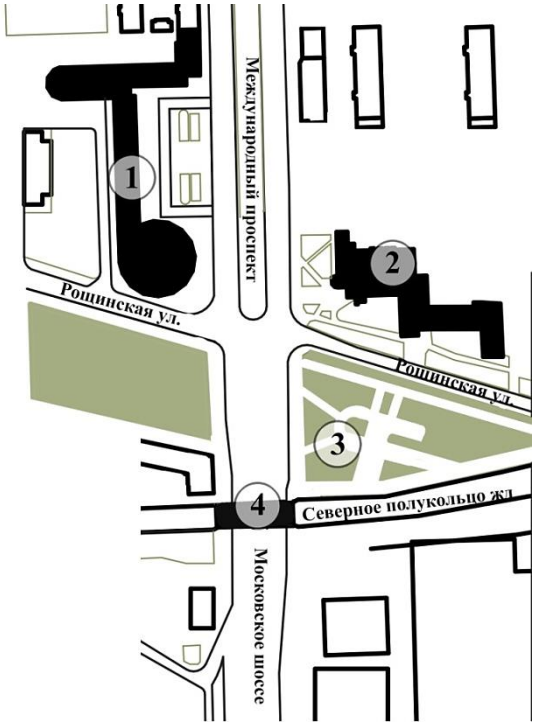


Рис. 1. Ситуационный план 1939 г.:
1 – здание райсовета; *2* – Дом культуры им. Ильича; *3* – Рощинский сад; *4* – железнодорожный путепровод через пр. Московский

Проект реконструкции зоны Московского проспекта 1939 г. около Рощинской улицы был связан с потребностью строительства нового путепровода соединительной железнодорожной ветки Балтийской, Витебской и Варшавской железных дорог, образующих так называемое северное полукольцо через Московский проспект.

До этого там находился путепровод, построенный в начале XX в. и рассчитанный всего лишь на два пути [7].

Автором инженерной конструкции нового проекта этого путепровода являлся проф. Г.П. Передерий, архитектурное оформление разработано архитекторами Н.А.Троцким и Я.О. Свирским [8].

Авторы путепровода дали 2 предложения генплана:

Первый вариант, представленный на рис. 2, предусматривал раскрытие путепровода со стороны Международного проспекта и образование здесь

площади. С этой целью предполагалось снести каменный дом, с правой стороны перед мостом. Образовывалась обширная открытая площадь, которую было намечено решить в виде двух симметричных партерных скверов с фонтаном и низкой оградой. За ней предполагалась посадка высоких деревьев, чтобы закрыть перспективу вдоль полотна железной дороги.

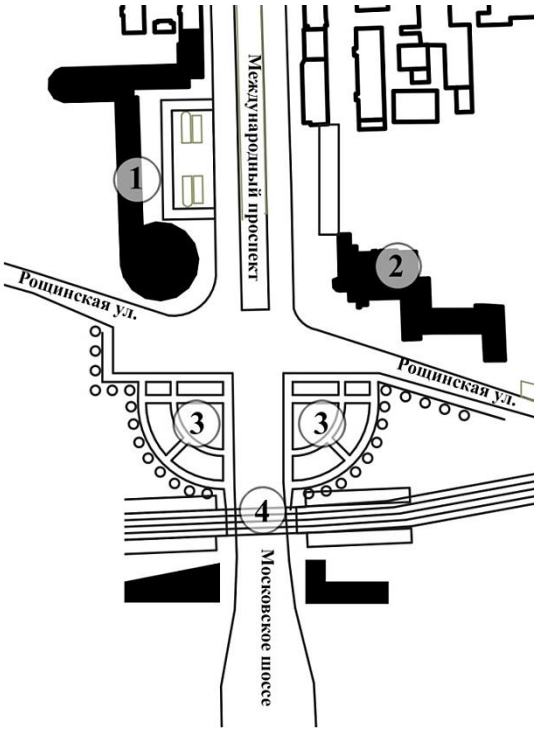


Рис. 2. 1-й вариант генплана около здания Дома Советов Московского района, 1939 г.: *1* – здание райсовета; *2* – Дом культуры им. Ильича; *3* – проектируемый партерный сквер с низкой оградой; *4* – реконструируемый железнодорожный путепровод

Второй вариант генплана, представленный на рис. 3, предполагал оформление фасада путепровода застройкой: к существующему брандмауэру дома пристраивается узкий корпус, оформляющий площадь и закрывающий ров вдоль железнодорожных путей. По этому проекту площадь получила бы более замкнутую и выразительную конфигурацию.

Новый путепровод был рассчитан на 5 путей при ширине его 27 м и длине 40 м.

Несмотря на утверждение первого варианта, ни один из этих проектов не был осуществлён. Постройку нового путепровода задержали сначала Советско-финская, а затем и Великая Отечественная войны.

Лишь в 1954–1955 гг. по вновь разработанному проекту архитекторов В.Д. Кирхоглани, Г.К. Патрикеева, инженера А.Б. Воловика и скульпторов В.Н. Соколова, В.И. Ингал [7] путепровод был перестроен в виде однопролетной 52-метровой арки. Новый путепровод был рассчитан на 3 пары путей, был

создан в виде однопролетной арки, облицован гранитом и украшен металлической решеткой.

Площадь около путепровода, утверждённая в проекте 1939 г., так и не была реализована.

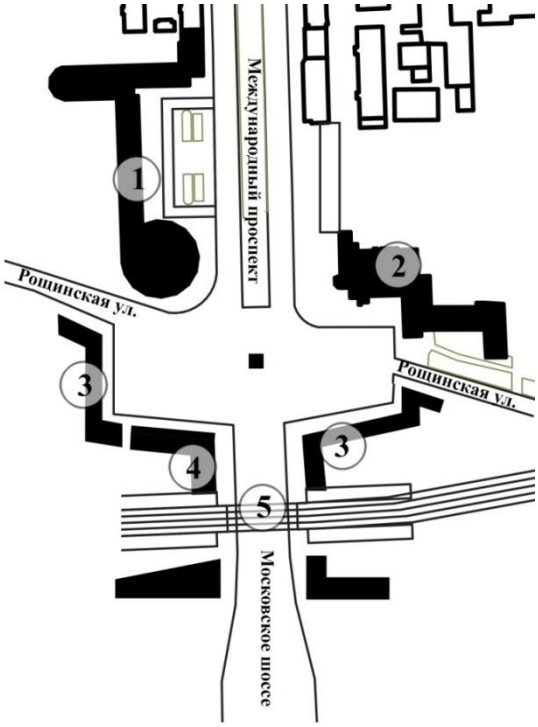


Рис. 3. 2-й вариант генплана здания Дома Советов Московского района, 1939 г.:
1 – здание райсовета Московского района; *2* – Дом культуры им. Ильича; *3* – проектируемое здание; *4* – существующее здание; *5* – реконструируемый железнодорожный путепровод

Архитектурно-планировочное решение комплекса общественно-административного центра Московского района осталось в виде Дома Советов Московского района, ДК им. Ильича и Рощинского сада около железной дороги, на противоположной стороне Московского проспекта, без организации площади, объединяющей их.

Архитектор Ф.Н. Пащенко в статье 1939 г. «Строительство зданий административного назначения в Ленинграде» отмечает, что «обособленный Дом Советов Московского района не подчиняет себе планировки района и прилегающих к нему кварталов. В результате получается безразличное решение планировки всего района из-за отсутствия выраженного центра-доминанты. Допущенные недостатки в решении генплана во многом объясняются ограниченными условиями предоставленного строительного участка и наличием соседних строений, закрывающих здание райсовета со стороны города» [9].

Данное утверждение отчасти применимо и к современной ситуации. Визуальный анализ основных видовых точек подтверждает ограничение видимости

райсовета со стороны города из-за его примыкания к сложившейся ранее застройке, что подтверждает современная фотография, представленная на рис. 4.

Рис. 4. Вид на здание райсовета Московского района со стороны центра

Обратная ситуация складывается при виде зоны общественно-административного центра Московского района со стороны путепровода, в сторону центра. В качестве иллюстрации служит современная фотография (рис. 5). На ней здание райсовета, Дом культуры им. Ильича и жилой дом по адресу Московский проспект, 150, построенный в 1954 г. по проекту архитектора Л.И. Мерещаковой, хорошо просматриваются. При этом в качестве доминанты выступает круглая часть здания Дома Советов Московского района.

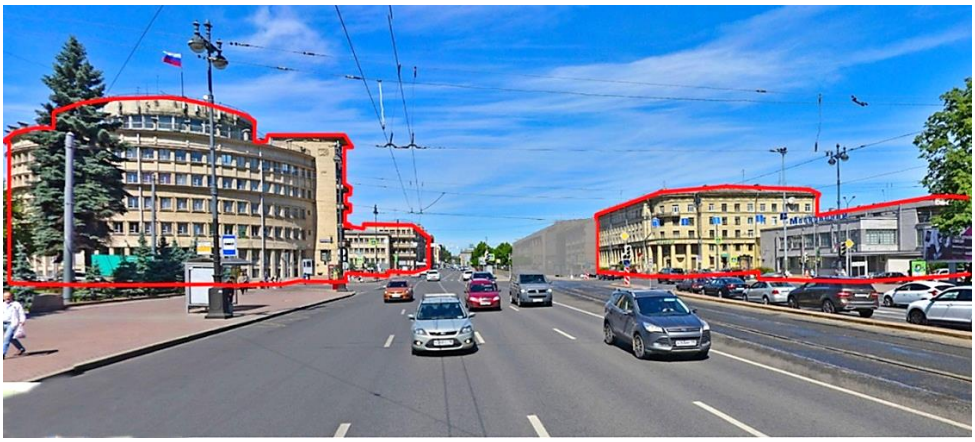


Рис. 5. Вид на здание райсовета Московского района в сторону центра

На основании анализа градостроительной ситуации, современного ситуационного плана, представленного на рис. 6, и визуального анализа можно сделать выводы об основных особенностях архитектурно-планировочного решения общественно-административно зоны Дома Советов Московского района:

1. Здание администрации расположено в непосредственной близости к магистрали городского значения – Московскому проспекту.

2. У здания райсовета отсутствует площадь. Однако здание райсовета спроектировано таким образом, что перед основным корпусом образован курдонёр площадью 0,4 га.

3. Архитектурная связь здания Дома Советов Московского района и здания Дома культуры им. Ильича прослеживается не явно: их разделяет оживлённая магистраль, а также существуют отличия в архитектурных стилях построек. Тем не менее здание райсовета, здание Дома культуры им. Ильича, Рощинский сад, жилой дом по адресу Московский проспект, д. 150, 1954 г. постройки, где первые этажи заняты библиотекой, и путепровод через Московский проспект можно рассмотреть как единый комплекс, объединённый по функциональному назначению, с преобладающей общественной функцией и относящийся к историческому периоду застройки 1930–1960 гг.

4. В связи с практически одинаковой высотностью зданий, в том числе Дома Советов Московского района, отсутствует высотная доминанта, подчёркивающая значимость административного здания в структуре района.

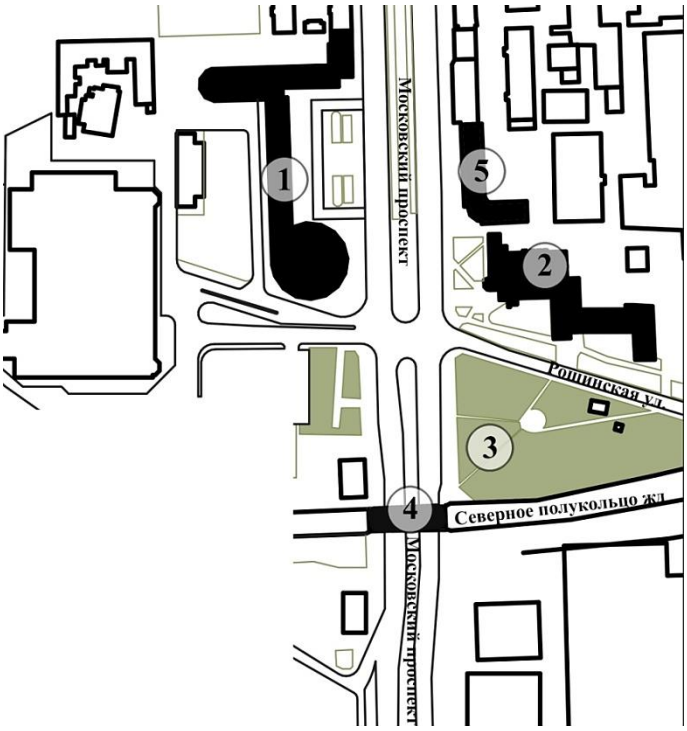


Рис. 6. Ситуационный план 2020 г.:
1 – здание райсовета Московского района; *2* – Дом культуры им. Ильича; *3* – Рощинский сад; *4* – железнодорожный путепровод через пр. Московский; 5 – жилой дом по адресу: пр. Московский, д. 150

Архитектурно-планировочное решение здания Дома Советов Московского района описано во многих источниках, таких как статья В.А. Каменского «О здании Московского райсовета» (1939 г.) [10], монографии Б.М. Кирикова

«Архитектура ленинградского авангарда», Ю.И. Курбатова «Петроград – Ленинград – Санкт-Петербург: Архитектурно-градостроительные уроки».

Поэтому в данной работе представлены только основные архитектурно-планировочные особенности рассматриваемого объекта:

1. Здание Московского райсовета представляет в плане асимметричную композицию в виде круга и двух прямоугольников, образующих курдонёр со стороны Московского проспекта.

2. Площадка курдонёра приподнята по отношению к отметке тротуара.

3. Метрический ряд горизонтальных строчек окон создаёт чёткую, лаконичную схему построения фасада. Их дополняют вертикальные элементы – пилоны.

4. Доминирующим архитектурным элементом в здании райсовета Московского района является пятиэтажная, круглая в плане башня. Горизонтальные элементы (строчные окна) уравновешены вертикалями пилонов, проходящих по нижнему ярусу, наличниками на втором и третьем этажах и столбиками, разделяющими проёмы на верхних этажах.

На данный момент здание райсовета Московского района и здание Дома культуры им. Ильича являются памятниками – выявленными объектами культурного наследия[1].

Исходя из значимости данных объектов в структуре Московского района и города в целом, а также их архитектурной выразительности и исторической значимости, их статус в градостроительном законодательстве оправдан. Однако представляется важным сохранить не только сами здания, но и окружающую среду. Для этого возможно создание общественно-административной зоны Московского района, в которую целесообразно включить перечисленные в работе объекты, такие как здание райсовета, здание Дома культуры им. Ильича, Рощинский сад, жилой дом по адресу Московский проспект, д. № 50, и путепровод через Московский проспект. Несмотря на отсутствие площади, объединяющей их в единый ансамбль, зона общественного центра сохраняет особенности застройки административных объектов 1930–1950 гг. в структуре современного города и представляет интерес с исторической и градостроительной точек зрения.

Библиографический список

1. *Баранов Н.В., Каменский В.А., Морозов М.В.* Ленинград. Архитектурно-планировочный обзор развития города. Москва : Искусство, 1943. 73 с.
2. *Семенцов С.В., Какунец К.В.* Административно-территориальное деление Ленинграда и размещение районных центров в 1917–1940 гг. // Успехи современной науки. 2017. № 1. С. 45–52.
3. *Весь Петроград на 1917 год* : адресная и справочная книга г. Петрограда. Санкт-Петербург : Издание т-ва А.С. Суворина «Новое время», 1917. 930 с.
4. *Ленинград* : энциклопедический справочник. Москва : Государственное научное изд-во «Большая Советская Энциклопедия», 1957. 506 с.
5. *Кириков Б.М., Штиглиц М.С.* Архитектура Ленинградского авангарда. Путеводитель. Санкт-Петербург : Издательский дом «Коло», 2012. С. 169–183.

[1] Приказ № 15 «Об утверждении Списка вновь выявленных объектов, представляющих историческую, научную, художественную или иную культурную ценность»: утв. Администрацией Санкт-Петербурга от 20 февраля 2001 г. № 15, с изменениями на 23 декабря 2019 г. № 1042, № 1044.

6. *Катонин Е.И.* Московское шоссе // Архитектура Ленинграда. 1939. № 3. С. 21–26.
7. *Векслер А.Ф., Крашенинникова Т.Я.* Московский проспект. Очерки истории. Москва : Центрполиграф, 2014. 768 с.
8. *Сирвинт Н.М.* Путепровод на Московском шоссе // Архитектура Ленинграда. 1939. № 6. С. 73.
9. *Пащенко Ф.Н.* Строительство зданий административного назначения в Ленинграде // Архитектура Ленинграда. 1939. № 6. С. 9–16.
10. *Каменский В.А.* О здании Московского райсовета // Архитектура Ленинграда. 1939. № 6. С. 17–22.

REFERENCES

1. *Baranov N.V., Kamenskii V.A., Morozov M.V.* Leningrad. Arkhitekturno-planirovochnyi obzor razvitiya goroda [Architectural and planning overview of Leningrad development]. Moscow: Iskusstvo, 1943. 73 p. (rus)
2. *Sementsov S.V., Kakunets K.V.* Administrativno-territorial'noe delenie Leningrada i razmeshchenie raionnykh tsentrov 1917–1940 [Administrative and territorial division of Leningrad and location of regional centers in 1917–1940]. *Uspekhi sovremennoi nauki*. 2017. No. 1. Pp. 45–52. (rus)
3. *Suvorin A.S.* Ves' Petrograd na 1917 god: adresnaya i spravochnaya kniga g. Petrograda [Entire Petrograd in 1917]. St.-Petersburg: Novoe vremya, 1917. 930 p. (rus)
4. Leningrad. Entsiklopedicheskii spravochnik [Leningrad. Encyclopedic handbook]. Moscow: Bol'shaya Sovetskaya Entsiklopediya. 1957. 506 p. (rus)
5. *Kirikov B.M., Shtiglits M.S.* Arkhitektura Leningradskogo avangarda. Putevoditel. [Guide for Leningrad avant-garde architecture]. St.-Petersburg: Kolo, 2012. Pp. 169–183. (rus)
6. *Katonin E.I.* Moskovskoe shosse [Moscow highway]. *Arkhitektura Leningrada*. 1939. No. 3. Pp. 21–26. (rus)
7. *Veksler A.F., Krasheninnikova T.Ya.* Moskovskii prospekt [Moskovskii Avenue]. Ocherki istorii. Moscow: Tsentrpoligraf, 2014. 768 p. (rus)
8. *Sirvint N.M.* Puteprovod na Moskovskom shosse [Overpass in the Moskovskii highway]. *Arkhitektura Leningrada*. 1939. No. 6. Pp. 73. (rus)
9. *Pashchenko F.N.* Stroitel'stvo zdanii administrativnogo naznacheniya v Leningrade [Construction of administration buildings in Leningrad]. *Arkhitektura Leningrada*. 1939. No. 6. Pp. 9–16. (rus)
10. *Kamenskii V.A.* O zdanii Moskovskogo raisoveta [Administration building in the Moskovskii region]. *Arkhitektura Leningrada*. 1939. No. 6. Pp. 17–22. (rus)

Сведения об авторе

Какунец Ксения Викторовна, аспирантка, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4, mkvin1403@mail.ru

Author Details

Kseniya V. Kakunets, Research Assistant, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, Saint-Petersburg, Russia, mkvin1403@mail.ru

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

УДК 624.04 DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-94-105

Л.С. ЛЯХОВИЧ[1], П.А. АКИМОВ[1,2], Б.А. ТУХФАТУЛЛИН[1],
[1]Томский государственный архитектурно-строительный университет,
[2]Российская академия архитектуры и строительных наук

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КУСОЧНО-ПОСТОЯННЫХ УЧАСТКОВ ПОЛОСЫ, УСИЛИВАЮЩЕЙ СТЕНКУ СТЕРЖНЕЙ ДВУТАВРОВОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ, ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ ПО УСТОЙЧИВОСТИ ИЛИ НА ВЕЛИЧИНУ ПЕРВОЙ ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

Ранее был сформулирован критерий минимальной материалоёмкости полос, усиливающих стенки двутавра, при ограничениях на величину критической силы или первой частоты собственных колебаний и непрерывном изменении варьируемого параметра. Также известно, что такое решение позволяет оценивать реальный конструкторский проект не только по критерию его близости к минимально материалоёмкому, но и использовать его как ориентир при реальном проектировании. Во многих случаях для этого используется замена непрерывного изменения варьируемого размера полос, усиливающих стенку, по её длине кусочно-постоянными участками. Границы участков выбираются на основе минимально материалоёмкого проекта, а размеры ширины полос на участках определяются методами оптимизации. В статье предлагается критерий, позволяющий объективно оценивать окончание процессов такой оптимизации.

Ключевые слова: усиление; критерий; оптимизация; материалоемкость; устойчивость; частота собственных колебаний; критическая сила; формы потери устойчивости; формы собственных колебаний; напряжения; изгиб; двутавр.

Для цитирования: Ляхович Л.С., Акимов П.А., Тухфатуллин Б.А. Критерий оценки оптимальных решений при формировании кусочно-постоянных участков полосы, усиливающей стенку стержней двутаврового поперечного сечения, при ограничениях по устойчивости или на величину первой частоты собственных колебаний // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 94–105.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-94-105

© Ляхович Л.С., Акимов П.А., Тухфатуллин Б.А., 2020

L.S. LYAKHOVICH[1], P.A. AKIMOV[1,2], B.A. TUKHFATULLIN[1],
[1]Tomsk State University of Architecture and Building,
[2]The Russian Academy of Architecture and Construction Sciences

ASSESSMENT CRITERION FOR OPTIMUM DESIGN SOLUTIONS OF PIECEWISE CONSTANT SECTIONS IN I-RODS WITH STABILITY OR FIRST EIGEN-FREQUENCY LIMITS IN I-ROD STRENGTHENING

The criterion for the minimum material consumption of strips strengthening the I-rod with stability or first eigen-frequency limits is formulated in previous studies for the case of continuous change of the variable parameter. It is known that this solution allows evaluating a real design project not only by the criterion of its proximity to the minimum material consumption, but also by the reference point in the real design. In many cases, it is used to replace the continuous change in the variable size of the rod-strengthening piecewise constant sections. The boundaries of these sections are based on the minimum material consumption. The width of the strengthening strips is determined by the optimization methods. The paper proposes the criterion allowing to correctly assess the termination of the optimization processes.

Keywords: strengthening; criterion; optimization; consumption; sustainability; natural frequency; critical force; buckling; mode shapes; stresses; bending; I-rod.

For citation: Lyakhovich L.S., Akimov P.A., Tukhfatullin B.A. Kriterii otsenki optimal"nykh reshenii pri formirovanii kusochno-postoyannykh uchastkov polosy, usilivayushchei stenku sterzhnei dvutavrovogo poperechnogo secheniya, pri ogranicheniyakh po ustoichivosti ili na velichinu pervoi chastoty sobstvennykh kolebanii [Assessment criterion for optimum design solutions of piecewise constant sections in I-rods with stability or first eigen-frequency limits]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 94–105.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-94-105

Многие публикации (например, [1]) посвящены критериям, позволяющим оценивать при оптимизации [2–6] близость полученных решений к минимально материалоёмким объектам. Аналогичные критерии формулируются и в задачах усиления сооружений (например, [7, 8]). Так, в работе [7] сформулирован критерий оптимального усиления полок, а в работе [8] – стенок стержней двутаврового поперечного сечения при ограничениях по устойчивости или на величину первой собственной частоты, но при непрерывном изменении параметра усиливающих полос. Известно, что в задачах оптимизации проекты, полученные при непрерывном изменении варьируемых параметров, в некоторых случаях противоречат технологическим требованиям. В таких случаях часто используется переход от непрерывного изменения варьируемых параметров к кусочно-постоянному их изменению по участкам стержня. Границы участков выбираются на основе минимально материалоёмкого проекта, а размеры ширины полос на участках определяются методами оптимизации (например, [1, 7–9]).

Сформулируем критерий для оценки окончания процесса оптимизации кусочно-постоянных размеров полос, усиливающих стенку двутавра, при ограничениях по устойчивости или на величину первой собственной частоты. Примем, как

и в работе [3], что стенка усиливается четырьмя дополнительными листами одинаковой толщины δ_{St2} (рис. 1). Введем также обозначения: b_2 – ширина полки; δ_p – толщина полки; δ_{St} – толщина стенки усиливаемого двутавра; b_1 – высота сечения при усилении полки (рис. 1, *б*) и без усиления (рис. 1, *а*). Пусть для кусочно-постоянного изменения высоты полос, усиливающих стенку, намечено n участков, в каждом из которых высота полосы не меняется.

На рис. 1, *б* используются следующие обозначения: δ_{p1} – толщина полки; δ_{p2} – толщина усиливающего листа; b_{21} – ширина полки; $b_{22}(x)$ – ширина усиливающего листа.

Обозначим координаты границ участков по длине стержня через $x[i](i = 0,1,2,...,n)$, а длины участков через $l_u[i](i = 1,2,...,n)$.

Пусть не варьируются никакие параметры поперечного сечения двутавра, кроме размеров высоты дополнительных усиливающих полос $b_{12}[i]$ (рис. 1).

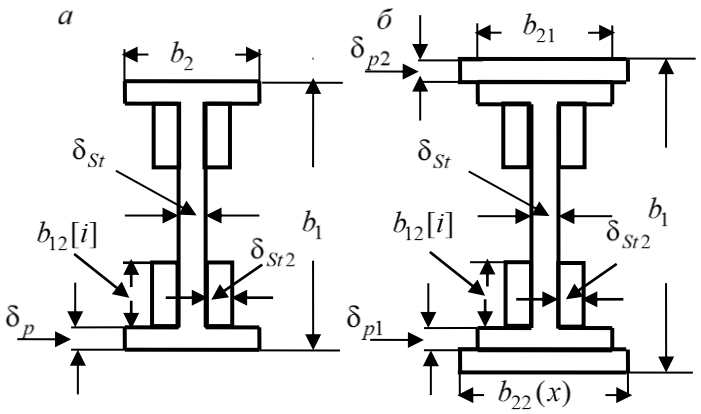


Рис. 1

Как известно (например [1]), при равенстве количества варьируемых параметров числу ограничений оптимум реализуется на ограничениях в виде равенств.

В рассматриваемой задаче варьируется один параметр – ($b_{12}[i]$). В этой связи, если рассматривается только ограничение по устойчивости, то оно имеет вид

$$P = P_{kp}\,. \qquad (1)$$

Если рассматривается только ограничение на величину первой частоты собственных колебаний, то оно записывается в виде

$$\omega_0 = \omega_1\,. \qquad (2)$$

В (1), (2) использованы следующие обозначения: P – действующая сила; ω_1 – первая частота собственных колебаний усиленного стержня; ω_0 – заданная величина. Заметим, что величины P_{kp} в (1) и ω_1 назначаются с учетом необходимого коэффициента запаса.

Формулируемый критерий оценивает оптимальность проекта по определению таких размеров высоты дополнительных листов, усиливающих стенку двутавра, при которых будут соблюдаться ограничения на величину критической силы или первой собственной частоты, а расход материала на усиление будет минимальным.

Функция цели (объем материала усиливающих листов) имеет вид

$$V = 4 \cdot \delta_{st2} \sum_{i=1}^{n} b_{12}[i]\, l_u[i]\,. \qquad (3)$$

Выведем выражение критерия оптимальности усиления стенки при ограничении на величину первой частоты собственных колебаний для случая поперечного сечения без усиленной полки (рис. 1, *а*). Возможность использования полученного критерия для сечения с усиленной полкой будет рассмотрена позже. При выводе критерия учтем, что собственная частота определяется с учетом влияния продольной силы. Функция цели записывается в виде (3), а ограничение имеет вид (2). Сформулированный при таких условиях критерий может использоваться и тогда, когда учитывается только ограничение на величину первой критической силы. В этом случае в выражении критерия полагается, что $\omega_0 = 0$.

Известно, что при выполнении ограничения (2) должно иметь место условие

$$\Э = \sum_{i=1}^{n} \int_{x[i-1]}^{x[i]} \{EI_1[i](v_\omega(x)'')^2 - P[i](v_\omega(x)')^2 -$$
$$- (\omega_0)^2[m(x) + \rho F[i](v_\omega(x))^2]\}dx = 0. \qquad (4)$$

В выражении (4) использованы следующие обозначения: $\Э$ – приращение потенциальной энергии; $v_\omega(x)$ – ординаты первой формы собственных колебаний; E – модуль упругости материала;

$$I_1[i] = \Big\{ b_1^3 \cdot b_2 - (b_2 - \delta_{St} - 2 \cdot \delta_{St2})(b_1 - 2 \cdot \delta_p)^3 -$$
$$- 2 \cdot \delta_{St2}[b_1 - 2 \cdot \delta_P - 2 \cdot b_{12}[i]]^3 \Big\} \frac{1}{12} - \qquad (5)$$

момент инерции сечения относительно его главной горизонтальной оси на *i*-м участке стержня; $m(x)$ – интенсивность внешней массы; ρ – значение удельной массы; $F(x)$ – площадь сечения на *i*-м участке стержня,

$$F(x) = 2 \cdot b_2 \cdot \delta_p + (b_1 - 2 \cdot \delta_p)\delta_{St} + 4 \cdot b_{12}(x)\delta_{St2}\,. \qquad (6)$$

Оптимальные значения размеров $b_{12}[i]$ реализуются как условия минимума выражения

$$V_{0\omega} = \delta_{St2} \sum_{i=1}^{n} 4 \cdot b_{12}[i]\, l_u[i] - \lambda_{\omega 1} \sum_{i=1}^{n} \int_{x[i-1]}^{x[i]} \{\frac{E}{12}[b_1^3 \cdot b_2 -$$
$$- (b_1 - 2 \cdot \delta_p)^3 (b_2 - \delta_{St} - 2 \cdot \delta_{St2}) -$$

$$- 2\cdot\delta_{St2}(b_1 - 2\cdot\delta_p - 2\cdot b_{12}[i])^3](v_\omega(x)'')^2 - P(v_\omega(x)')^2 -$$
$$- (\omega_0)^2[m(x) + \rho(2\cdot b_2\cdot\delta_p + (b_1 - 2\cdot\delta_p)\delta_{St} + 4\cdot b_{12}[i]\delta_{St2})](v_\omega(x))^2\Big\}\, dx\,. \quad (7)$$

В выражении (7) $\lambda_{\omega 1}$ – множитель Лагранжа при решении задачи об условном экстремуме. Выражение $V_{0\omega}$ зависит от варьируемых величин $b_{12}[i]$ и по отношению к ним рассматривается как функция, а по отношению к функции $v_\omega(x)$ как функционал.

Экстремум выражения (7) реализуется решением системы уравнений

$$\delta(V_{0\omega})_{\lambda_{\omega 1}} = 0;$$
$$\frac{\partial V_{0\omega}}{\partial b_{12}[i]} = 0 \ldots (i = 1, 2, \ldots, n). \quad (8)$$

Первое уравнение системы (8) (вариация выражения $V_{0\omega}$ (7) по $\lambda_{\omega 1}$ $\delta(V_{0\omega})_{\lambda_{\omega 1}} = 0$) приведет к условию (4).

Оптимальные значения величин $b_{12}[i]$ находятся из решения оставшихся уравнений системы (8):

$$\frac{\partial V_{0\omega}}{\partial b_{12}[i]} = 0 \ldots (i = 1, 2, \ldots, n)\,. \quad (9)$$

Обоснование такого способа отыскания минимума выражений, аналогичных (4), приведено в работе [5].

Уравнение с номером i для системы (9) имеет вид:

$$\frac{\partial V_{0\omega}}{\partial b_{12}[i]} = 4\cdot\delta_{St2}\cdot l_u[i] - \lambda_{\omega 1}\int_{x[i-1]}^{x[i]}\{E[\delta_{St2}(b_1 - 2\cdot\delta_p - 2\cdot b_{12}[i])^2](v_\omega(x)'')^2 -$$
$$- (\omega_0)^2\rho\cdot 4\cdot\delta_{St2}(v_\omega(x))^2\}dx = 0.$$

Поделив все слагаемые на $l_u[i]$, запишем

$$4\cdot\delta_{St2}\cdot - \lambda_{\omega 1}\frac{1}{l_u[i]}\int_{x[i-1]}^{x[i]}\{E[\delta_{St2}(b_1 - 2\cdot\delta_p - 2\cdot b_{12}[i])^2](v_\omega(x)'')^2 -$$
$$- (\omega_0)^2\rho\cdot 4\cdot\delta_{St2}(v_\omega(x))^2\}dx = 0$$

и далее, после сокращения на δ_{St2}, получим

$$\frac{1}{l_u[i]}\int_{x[i-1]}^{x[i]}\{E[b_1 - 2\cdot\delta_p - 2\cdot b_{12}[i]]^2(v_\omega(x)'')^2 -$$
$$- (\omega_0)^2\rho\cdot 4\cdot v_\omega(x)^2\}dx = \frac{4}{\lambda_{\omega 1}}\,. \quad (10)$$

Так как решается задача об условном экстремуме при условии (4), то такая задача изопараметрическая, а $\lambda_{\omega 1}$ – постоянная величина. Таким образом, (10) принимает вид

$$\frac{1}{l_u[i]} \int_{x[i-1]}^{x[i]} \{E[b_1 - 2\cdot\delta_p - 2\cdot b_{12}[i]]^2 (v_\omega(x)'')^2 - \\ - 4(\omega_0)^2 \rho(v_\omega(x))^2\} dx = \text{const}. \quad (11)$$

Известно, что нормальные напряжения стержня при изгибе в волокне на расстоянии y_s от нейтрального слоя, выражаются формулой $\sigma = \frac{M \cdot y_s}{I}$, где $M = -EI * v''$ – изгибающий момент; I – момент инерции поперечного сечения. Отсюда следует, что

$$\sigma = -E \cdot y_s \cdot v''. \quad (12)$$

Заметим, что выражение $b_1 - 2\cdot\delta_p - 2\cdot b_{12}[i]$ из (11) – это удвоенное расстояние от нейтрального слоя до края усиливающей полосы. Обозначим

$$b_1 - 2\cdot\delta_p - 2\cdot b_{12}[i] = 2\cdot y_S[i]. \quad (13)$$

С учётом (13) нормальное напряжение в волокне стержня на краю усиливающей полосы определяется следующим образом:

$$\sigma_{S\omega}(x) = -E \cdot y_S[i](v(x))''. \quad (14)$$

Умножим слагаемые выражения (11) на E и с учётом (13) перепишем (11) в виде

$$\frac{1}{l_u[i]} \int_{x[i-1]}^{x[i]} \{4\cdot E^2 \cdot y_S[i]^2 (v_\omega(x)'')^2 - 4\cdot E(\omega_0)^2 \rho(v_\omega(x))^2\} dx = \text{const},$$

и далее с учётом (12) в виде

$$\frac{1}{l_u[i]} \int_{x[i-1]}^{x[i]} \{(\sigma_{S\omega}(x))^2 - E(\omega_0)^2 \rho(v_\omega(x))^2\} dx = \text{const}.$$

Обозначим

$$S_{St}[i] = \frac{1}{l_u[i]} \int_{x[i-1]}^{x[i]} \{(\sigma_{S\omega}(x))^2 - E(\omega_0)^2 \rho(v_\omega(x))^2\} dx = \text{const}. \quad (15)$$

Выражение (15) формулирует критерий оценки близости к оптимуму результата решения задачи по определению на каждом из участков кусочно-постоянного изменения размеров высот дополнительных полос $b_{12}[i]$, усиливающих стенку двутавра, при ограничениях на величину первой собственной частоты и при минимальном расходе материала на усиление.

Критерий (15) может использоваться и в ситуациях, когда вводится только ограничение на величину первой критической силы (1). Тогда в (15) полагается, что $\omega_0 = 0$ и критерий записывается в виде

$$S_{St}[i] = \frac{1}{l_u[i]} \int_{x[i-1]}^{x[i]} [(\sigma_{S\omega}(x))^2]dx = \text{const} . \qquad (16)$$

В (15) через $v_\omega(x)$ обозначены ординаты соответствующей формы собственных колебаний. В (15) и (16) через $\sigma_{S\omega}(x)$ обозначено нормальное напряжение, возникающее при колебаниях по соответствующей собственной форме в волокне стержня на краю усиливающей полосы

Как и в [3], критерии (15) и (16) целесообразно нормировать так, чтобы наибольшее значение величины $S_{St}[i]$ было бы равно единице. Тогда оптимальность решения будет оцениваться близостью значений $S_{St}[i]$ к единице.

Вывод критериев для усиления стенок при наличии усиленных полок (рис. 1, *б*) приводит к выражениям (15) и (16) и поэтому в данной статье не приводится.

При оптимизации размеров $b_{12}[i]$ необходимо соблюдение ограничения высоты усиливающих листов, которое контролирует возможность их установки на стенке двутавра. Ограничение для двутавра без усиленной полки формулируется в виде

$$b_{12}[i] \le 0,5(b_1 - 2 \cdot \delta_p) , \qquad (17)$$

а с усиленной полкой в виде

$$b_{12}[i] \le 0,5(b_1 - 2 \cdot \delta_p - 2 \cdot \delta_{p2}) . \qquad (17а)$$

Критерии (15) и (16) применимы тогда, когда ограничения (1) или (2) выполняются в виде равенства, ограничение (17) или (17а) в виде неравенства.

Сопоставим критерии (15) и (16), оценивающие оптимальность определения размеров высоты листов, усиливающих стенку двутавра при кусочно-постоянном их изменении, с соответствующим критерием при их непрерывном изменении. Такой критерий сформулирован в [8] в двух вариантах

$$\sigma^2_{S\omega}(x) - E(\omega_0)^2 \rho \cdot v^2_\omega = \text{const} \qquad (18)$$

и

$$\bar{\sigma}_{S\omega}(x) = \sqrt{\sigma^2_{S\omega}(x) - E(\omega_0)^2 \rho \cdot v^2_\omega} = \text{const} . \qquad (18а)$$

Вариант (18а) представлен только для сравнения с ранее выведенными критериями. Использование его на некоторых этапах оптимизации может давать отрицательные величины под корнем, что вызывает сбой процесса вычислений. С учетом этого обстоятельства вариант (18а) рекомендуется не применять.

Сопоставление критерия (15) с критерием (18) показывает, что в (15) под интегралом стоит левая часть выражения (18), а перед интегралом множитель $1/l_u[i]$. Отсюда критерий (15) может быть представлен на каждом кусочно-постоянном участке как среднее значение критерия (18) на единицу длины участка.

Для иллюстрации возможностей использования критерия (15) приведем пример.

Рассмотрим прямолинейный шарнирно опертый стержень двутаврового сечения пролётом $l = 6$ м (рис. 2, *а*). Пусть высота сечения двутавра равна $b_1 = 0,3$ м, толщина стенки равна $\delta_{st} = 0,01$ м, толщина полки равна $\delta_p = 0,014$ м, ширина полки равна $b_2 = 0,28$ м, модуль упругости материала равен $E = 206000$ МПа. Положим, что стержень несёт распределённую массу интенсивностью $m = 200$ кг/м, удельная масса материала стержня равна $\rho = 7850$ кг/м^3. Критическая сила стержня при отсутствии вибрационного воздействия составит $P_{kp} = 10000000$ Н, а первая частота собственных колебаний при отсутствии продольной силы составит $\omega_1 = 98,3953$ с$^{-1}$.

Если этот стержень будет сжат силой $P = 1000000$ Н, то его первая частота собственных колебаний составит $\omega = 93,3457$ с$^{-1}$. Требуется усилить стенку стержня двутаврового сечения (рис. 1, *а*) таким образом, чтобы первая частота собственных колебаний усиленного стержня с учетом влияния продольной силы составила бы $\omega_1 = 100$ с$^{-1}$, а расход материала на создание усиливающих полос был бы минимальным. Решение задачи проведём на основе дискретной модели из 30 участков. Распределённая масса заменяется сосредоточенными узловыми массами $m[i] = 40$ кг. Все размеры сечения стержня заданы, в том числе и толщина усиливающих полос $\delta_{St2} = 0,016$ м. Варьируется только высота $b_{12}[i]$ (рис. 1).

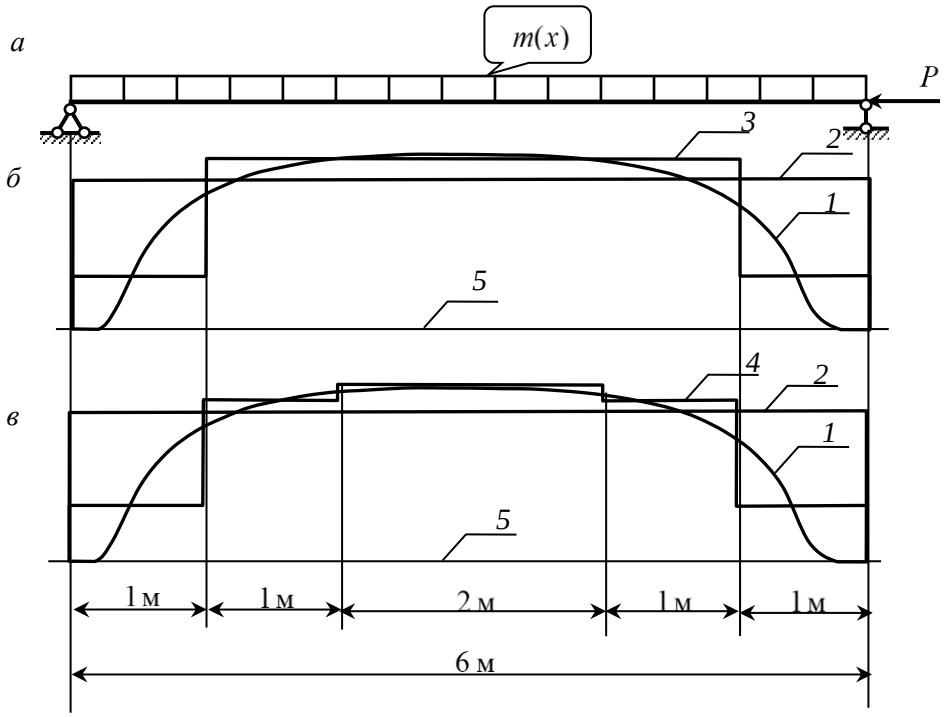


Рис. 2

Рассмотрим четыре варианта усиления.

Вариант 1 предусматривает непрерывное по сечениям изменение размеров $b_{12}[i]$. Этот вариант позволяет получить минимально материалоёмкое решение данной задачи, однако он в некоторых случаях может не соответствовать технологическим требованиям. В этой связи дополнительно рассматриваются варианты с кусочно-постоянным изменением значений $b_{12}[i]$. Выбор границ участков таких вариантов определяется, как технологическими требованиями, так и стремлением приблизиться к минимально материалоемкому решению (варианту 1).

Вариант 2 предусматривает всего один участок, длина которого равна длине стержня.

Вариант 3 предусматривает три участка, длины которых соответственно составляют 1, 4 и 1 м.

Вариант 4 предусматривает 5 участков кусочно-постоянного изменения значений $b_{12}[i]$ длиной соответственно 1, 1, 2, 1, 1 м.

Оптимизация значений $b_{12}[i]$ во всех рассматриваемых вариантах проводилась методом случайного поиска. В качестве критерия окончания процесса оптимизации в первом варианте использовался критерий (18), а в остальных вариантах критерий (15). Результаты оптимизации приведены в таблице и показаны на рис. 2, *б* и *в*. На рисунке цифрой 5 обозначена линия соединения стенки двутавра с нижней полкой. Остальные цифры обозначают номера вариантов усиления рассматриваемых в примере и соответствуют обозначениям вариантов в таблице.

	Варианты							
	1		2		3		4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
№	$b_{12}[i]$	$\sigma^2_{S_\omega}[i]$	$b_{12}[i]$	$S_{St}[i]$	$b_{12}[i]$	$S_{St}[i]$	$b_{12}[i]$	$S_{St}[i]$
1	0,0003	0,2229	0,0482	1,0000	0,0173	0,9999	0,0177	0,2229
2	0,0004	0,6646	0,0482	1,0000	0,0173	0,9999	0,0177	0,6646
3	0,0063	0,9949	0,0482	1,0000	0,0173	0,9999	0,0177	0,9949
4	0,0238	0,9994	0,0482	1,0000	0,0173	0,9999	0,0177	0,9994
5	0,0348	0,9996	0,0482	1,0000	0,0173	0,9999	0,0177	0,9996
6	0,0417	0,9992	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0512	0,9992
7	0,0462	0,9994	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0512	0,9994
8	0,0493	1,0000	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0512	1,0000
9	0,0514	0,9997	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0512	0,9997
10	0,0530	1,0000	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0512	1,0000
11	0,0541	0,9994	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0564	0,9994
12	0,0548	0,9993	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0564	0,9993
13	0,0554	0,9991	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0564	0,9991

Окончание таблицы

	Варианты							
	1		2		3		4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
№	$b_{12}[i]$	$\sigma^2_{S\omega}[i]$	$b_{12}[i]$	$S_{St}[i]$	$b_{12}[i]$	$S_{St}[i]$	$b_{12}[i]$	$S_{St}[i]$
14	0,0557	0,9996	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0564	0,9996
15	0,0559	0,9994	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0564	0,9994
16	0,0559	0,9994	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0564	0,9994
17	0,0557	0,9996	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0564	0,9996
18	0,0554	0,9991	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0564	0,9991
19	0,0548	0,9993	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0564	0,9993
20	0,0541	0,9994	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0564	0,9994
21	0,0530	1,0000	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0512	1,0000
22	0,0514	0,9997	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0512	0,9997
23	0,0493	1,0000	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0512	1,0000
24	0,0462	0,9994	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0512	0,9994
25	0,0417	0,9992	0,0482	1,0000	0,0544	1,0000	0,0512	0,9992
26	0,0348	0,9996	0,0482	1,0000	0,0173	0,9999	0,0177	0,9996
27	0,0238	0,9994	0,0482	1,0000	0,0173	0,9999	0,0177	0,9994
28	0,0063	0,9949	0,0482	1,0000	0,0173	0,9999	0,0177	0,9949
29	0,0004	0,6646	0,0482	1,0000	0,0173	0,9999	0,0177	0,6646
30	0,0003	0,2229	0,0482	1,0000	0,0173	0,9999	0,0177	0,2229
V_0	0,014926		0,018497		0,016146		0,016044	
%	0		23,48		8,17		7,04	

В предпоследней строке таблицы приводится объём материала усиливающих полос, а в последней строке указано превышение в процентах объёма полос соответствующего варианта по сравнению с минимально материалоемким.

В столбце 3 таблицы приводятся значения критерия (18). Во всех сечениях кроме 1, 2, 29 и 30 его величины близки к единице, что свидетельствует о возможности остановить процесс оптимизации в этом варианте. В сечениях 1, 2, 29 и 30 величины $b_{12}[i]$ малы, и продолжение процесса оптимизации для уточнения их величин не имеет смысла. В столбцах 5, 7 и 9 приводятся значения критерия (15). Следует отметить, что все его значения близки к единице, что позволило в соответствующих вариантах останавливать процесс оптимизации.

Итак, в статье сформулирован критерий, позволяющий объективно оценивать окончание процессов оптимизации при кусочно-постоянном изменении размеров полос, усиливающих стенку двутавра, при ограничениях по устойчивости или на величину первой собственной частоты. На практическом примере проведена иллюстрация сформулированного критерия и показана возможность

использовании минимально материалоемкого решения для выбора вариантов кусочно-постоянного изменения размеров полос. Рассмотрение нескольких вариантов кусочно-постоянного изменения размеров полос и их сравнение с минимально материалоемким, позволяет проектировщику выбрать из них наиболее приемлемый [10].

Библиографический список

1. *Ляхович Л.С.* Особые свойства оптимальных систем и основные направления их реализации в методах расчета сооружений. Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2009. 372 с.
2. *Afzal M., Liu Y., Cheng J.C.P., Gan V.J.L.* Reinforced concrete structural design optimization: A critical review // Journal of Cleaner Production. 2020. V. 260. Article 120623.
3. *Khan W., Siraj-ul-Islam, Ullah B.* Structural optimization based on meshless element free Galerkin and level set methods // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 2019. V. 344. P. 144–163.
4. *Martin A., Deierlein G.G.* Structural topology optimization of tall buildings for dynamic seismic excitation using modal decomposition // Engineering Structures. 2020. V. 216. Article 110717.
5. *Mayencourt P., Mueller C.* Hybrid analytical and computational optimization methodology for structural shaping: Material-efficient mass timber beams // Engineering Structures. 2020. V. 215. Article 110532.
6. *Zhang R., Phillips B.M., Fernández-Caban P.L., Masters F.J.* Cyber-physical structural optimization using real-time hybrid simulation // Engineering Structures. 2019. V. 195. P. 113–124.
7. *Ляхович Л.С., Малиновский А.П.* Критерий минимальной материалоемкости при усилении стержней двутаврового поперечного сечения и ограничениях на величину критической силы или первой собственной частоты // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 5. С. 41–50.
8. *Ляхович Л.С., Малиновский А.П., Тухфатуллин Б.А.* Критерии оптимального усиления стенки стержней двутаврового поперечного сечения при ограничениях по устойчивости или на величину первой собственной частоты // International Jornal for Computational Civil and Structural Engineering. 2016. V. 12. I. 2. С. 118–125.
9. *Ляхович Л.С., Перельмутер А.В.* Некоторые вопросы оптимального проектирования строительных конструкций // International Jornal for Computational Civil and Structural Engineering. 2014. V. 10. I. 2. P. 14–23.
10. *Ляхович Л.С., Акимов П.А., Тухфатуллин Б.А.* О задачах поиска минимума и максимума в строительной механике // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2017. Т. 13. № 2. С. 103–124.

References

1. *Lyakhovich L.S.* Osobye svoistva optimal'nykh sistem i osnovnye napravleniya ikh realizatsii v metodakh rascheta sooruzhenii [Specific properties of optimum systems using methods of structural analysis]. Tomsk: TSUAB, 2009. 372 p. (rus).
2. *Afzal M., Liu Y., Cheng J.C.P., Gan V.J.L.* Reinforced concrete structural design optimization: A critical review. *Journal of Cleaner Production*. 2020. V. 260. Article 120623.
3. *Khan W., Siraj-ul-Islam, Ullah B.* Structural optimization based on meshless element free Galerkin and level set methods. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*. 2019. V. 344. Pp. 144–163.
4. *Martin A., Deierlein G.G.* Structural topology optimization of tall buildings for dynamic seismic excitation using modal decomposition. *Engineering Structures*. 2020. V. 216. Article 110717.
5. *Mayencourt P., Mueller C.* Hybrid analytical and computational optimization methodology for structural shaping: Material-efficient mass timber beams. *Engineering Structures*. 2020. V. 215. Article 110532.
6. *Zhang R., Phillips B.M., Fernández-Caban P.L., Masters F.J.* Cyber-physical structural optimization using real-time hybrid simulation. *Engineering Structures*. 2019. V. 195. Pp. 113–124.

7. *Lyakhovich L.S., Malinovskii A.P.* Kriterii minimal"noi materialoemkosti pri usilenii sterzhnei dvutavrovogo poperechnogo secheniya i ogranicheniyakh na velichinu kriticheskoi sily ili pervoi sobstvennoi chastoty [Minimum materials consumption at rebar H-shaped section strengthening and critical load and first eigenfrequency restrictions]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Journal of Construction and Architecture*. 2015. No. 5. Pp. 41–50. (rus)
8. *Lyakhovich L.S. Malinovskii A.P. Tukhfatullin B.A.* Kriterii optimal'nogo usileniya stenki sterzhnei dvutavrovogo poperechnogo secheniya pri ogranicheniyakh po ustoichivosti ili na velichinu pervoi sobstvennoi chastoty [Criterion for optimum strengthening of I-rods with stability or first eigen-frequency limits]. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2016. V. 12. No. 2. Pp. 118–125.
9. *Lyakhovich L.S., Perel'muter A.V.* Nekotorye voprosy optimal'nogo proektirovaniya stroitel'nykh konstruktsii [Optimum structural design]. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2014. V. 10. No. 2. Pp. 14–23.
10. *Lyakhovich L.S., Akimov P.A., Tukhfatullin B.A.* O zadachakh poiska minimuma i maksimuma v stroitel'noi mekhanike [Search for minimum and maximum in structural theory]. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2017. V. 13. No. 2. Pp. 103–124.

Сведения об авторах

Ляхович Леонид Семенович, докт. техн. наук, профессор, академик Российской академии архитектуры и строительных наук, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, lls@tsuab.ru

Акимов Павел Алексеевич, докт. техн. наук, профессор, академик Российской академии архитектуры и строительных наук, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2; главный ученый секретарь президиума, Российская академия архитектуры и строительных наук, 107031, г. Москва, ул. Большая Дмитровка, 24, стр. 1, akimov@raasn.ru

Тухфатуллин Борис Ахатович, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, bat9203@gmail.com

Authors Details

Leonid S. Lyakhovich, DSc, Professor, Academy Fellow of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Department of Structural Mechanics, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, lls@tsuab.ru

Pavel A. Akimov, DSc, Professor, Chief Academic Secretary, Academy Fellow of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, 24, Bol'shaya Dmitrovka, 107031, Moscow, Russia; Professor, Tomsk State University of Architecture and Building; 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, akimov@raasn.ru

Boris A. Tukhfatullin, PhD, A/Professor, Department of Structural Mechanics, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, bat9203@gmail.com

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 621.644.073 DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-106-111

В.А. ШОРИН[1], В.С. ЛИТВИНОВ[2], Е.П. ВАСИЛЬЕВ[3], А.В. ШОРИН[4],
[1]ООО «Контроль качества»,
[2]ООО «Транснефть-надзор»,
[3]АО «Транснефть-Прикамье»,
[4]ООО «Физика здоровья»

ЗАЩИТА СИЛИКАТНО-ЭМАЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ УЗЛОВ ТРАНСПОРТНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ОТ АБРАЗИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

В работе приводится описание методов защиты внутреннего силикатно-эмалевого покрытия труб в стеснённых условиях строительной площадки. Показана высокая эффективность предлагаемых способов при ручной механической резке, обработке фасок, разделке кромок абразивным инструментом с вулканитовыми отрезными дисками под сварку, а также при изготовлении, сборке узлов инженерных систем, транспортировке агрессивных продуктов и систем пожаротушения.

Установлено, что наиболее целесообразным для обеспечения сохранности внутреннего силикатно-эмалевого покрытия является метод с предварительным кольцевым надрезом силикатно-эмалевого покрытия (СЭП), проклейкой места реза тонкой тканью (бязь), пропитанной быстросохнущим клеем, и защитой от раскаленных частиц металла глиняным покрытием. Данный метод рекомендуется использовать при резке труб, соединительных деталей, сегментов, обработке их фасок и разделке кромок, в процессе изготовления узлов инженерных сетей (систем пожаротушения резервуаров и иных объектов) в полевых условиях.

Предлагаемые методы значительно повысят сроки эксплуатации, надежность инженерных сетей для транспортировки агрессивных продуктов, выполненных из труб с внутренним СЭП, и, как следствие, техническую безопасность и безаварийность объектов.

***Ключевые слова*:** сети; техническая безопасность; безаварийность объектов; силикатно-эмалевое покрытие (СЭП); абразивное воздействие; механическая обработка; разделка фасок, кромок, труб; соединительные детали.

Для цитирования: Шорин В.А., Литвинов В.С., Васильев Е.П., Шорин А.В. Защита силикатно-эмалевого покрытия узлов транспортных инженерных сетей от абразивного воздействия при обработке в полевых условиях // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 106–111.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-106-111

© Шорин В.А., Литвинов В.С., Васильев Е.П., Шорин А.В., 2020

V.A. SHORIN[1], V.S. LITVINOV[2], E.P. VASIL'EV[3], A.V. SHORIN[4],
[1]OOO "Kontrol' Kachestva",
[2]OOO "Transneft'-Nadzor",
[3]AO "Transneft'-Prikam'e",
[4]OOO "Fizika Zdorovya",

ABRASION PROTECTION OF SILICATE ENAMEL COATING OF ENGINEERING NETWORK NODES IN FIELD CONDITIONS

The paper proposes methods for protecting the internal silicate-enamel coating of pipes in field conditions. It is shown that the proposed methods are highly efficient for manual mechanical cutting, chamfering, cutting edges with abrasive tools with vulcanite cutting discs for welding, in manufacturing and assembling the engineering systems, transportation of aggressive products, and fire fighting systems.

It is shown that the most appropriate method for preservation of the internal silicate-enamel coating is its preliminary annular incision and sizing of the cut place with a thin cloth (calico) impregnated with quick-drying glue, and clay coating protection from hot metal particles. This method is recommended to be used when cutting pipes, fittings, segments, processing their chamfers and cutting edges, in manufacturing of network nodes (fire-fighting systems) in field conditions.

The proposed methods will significantly increase the operating life and reliability of engineering networks with silicate-enamel coating for the transportation of aggressive products and, as a result, technical safety of trouble-free facilities.

Keywords: engineering networks; technical safety; trouble-free operation; silicate-enamel coating; abrasive impact; machining; chamfer cutting; edges; pipes; connecting parts.

For citation: Shorin V.A., Litvinov V.S., Vasil'ev E.P., Shorin A.V. Zashchita silikatno-emalevogo pokrytiya uzlov transportnykh inzhenernykh setei ot abrazivnogo vozdeistviya pri obrabotke v polevykh usloviyakh [Abrasion protection of silicate enamel coating of engineering network nodes in field conditions]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 106–111.

DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-106-111

Введение

В настоящее время на предприятиях нефтяной и газовой промышленности для транспортировки агрессивных продуктов широко применяются трубы с внутренним силикатно-эмалевым покрытием. Появление все более и более современного оборудования, материалов и технологий требует быстрых изменений проектных решений, ввиду того что объекты строительства, реконструкции нередко находятся в северных широтах РФ, где доставка к месту производства работ оборудования и материалов является дорогой, технически непростой задачей. По этим причинам заказывать готовые узлы на заводах-изготовителях крайне нецелесообразно. Однако изготовление на месте, в полевых условиях, узлов транспортных инженерных сетей, предусматривающее такие технологические операции, как резка и разделка кромок под сварку ручным абразивным инструментом (вулканитовыми дисками) труб и соединительных элементов с внутренним СЭП, весьма затруднительно: ничем не защищенная

поверхность хрупкая и очень чувствительна к внешним механическим воздействиям [1]. Образование отслоений, сколов, трещин и микротрещин при механической обработке длиной до 25–30 мм в глубину трубы от места реза – явление обычное, встречается в 95 % случаев, из них 3–5 % микротрещин достигали в длину до 40 мм. Повреждения раскаленными частицами металла и остатками абразива достигали 100–120 мм в глубину образца. Уверенности, что такие дефекты гарантированно будут заплавлены при проведении сварочных работ, быть не может. В результате после выполнения разреза, подгонки, разделки кромок под сварку, перед проведением сборочных и сварочных работ, приходится выполнять ремонт СЭП. Для этого необходимо нанести шликер на поврежденное место и произвести прогрев с внешней стороны до его оплавления и сплавления с заводским СЭП при 840–880 °С [1] с последующим плавным, равномерным охлаждением.

Технологии защиты, гарантированно уберегающей внутреннее СЭП труб, сегментов и соединительных деталей при резке, обработке фасок и разделке кромок под сварку в условиях строительной площадки, в настоящее время не существует и в литературе не встречается.

Таким образом, актуальность исследования не вызывает сомнений.

Экспериментальная часть

Целью представляемой работы является разработка способов надёжной защиты внутреннего силикатно-эмалевого покрытия труб при изготовлении узлов транспортных сетей, в том числе для систем пожаротушения резервуаров вертикальных стальных (РВС) емкостью 20 000–50 000 м^3, непосредственно на строительной площадке.

Предлагаемые методы позволят повысить надежность, долговечность инженерных систем в целом, изготавливать и обрабатывать детали узлов, не нанося повреждений покрытию, из труб, соединительных элементов, сегментов с внутренним СЭП диаметром до 200 мм непосредственно на строительной площадке. Однако после укрупненной сборки узла не все места можно проконтролировать на предмет отсутствия дефектов СЭП искровым дефектоскопом (недоступны для щупа). Иной технологии контроля СЭП для готовых узлов сегодня не существует.

Предлагаемые разработки предусматривают следующие технологические операции:

1. На подготовленных для экспериментальной резки заготовках труб Ø 150 мм и толщиной стенки 4,5 мм стеклорезом (алмаз) производился кольцевой надрез силикатно-эмалевого покрытия. Далее, на внутреннюю поверхность СЭП у места разреза металла наносился слой эпоксидного клея (по ТУ 2257-007-77199 смола и отвердитель) толщиной не менее 0,5 мм и шириной 60–70 мм, затем после затвердевания проводилась резка образца и разделка кромок.

После удаления эпоксидного покрытия был проведен инструментальный контроль (искровым дефектоскопом «Корона-2» и Buckleys PHD 2-40) при напряжении 3, 5 и 8 кВт.

СЭП у границ реза находилось в удовлетворительном состоянии и ремонта не требовало.

Эпоксидные полимеры – вещества достаточно прочные, которые надежно защищают СЭП от внешних механических воздействий [1]. Следует отметить, что наиболее целесообразно проводить работы при не окончательно затвердевшем состоянии (при 85 % времени, необходимого для затвердения, согласно прилагаемой инструкции), т. к. не окончательно затвердевшее эпоксидное покрытие пластично, лучше поглощает удары и мелкую вибрацию. Перед проведением сварочных работ оставшееся покрытие удаляется (счищается ножом).

2. Положительные результаты показали клеи-герметики «Эласил» [1], предназначенные для склеивания деталей из стали, алюминия, силикатного стекла, керамики, бетона.

3. Наиболее эффективным, как показали эксперименты, оказался следующий способ.

На подготовленное для резки и обработки под сварку кромок место (с выполненным кольцевым разрезом СЭП) производилась подклейка пропитанной клеем марки НЦ тонкой ткани (бязь) или просто офисной бумаги в 2 слоя шириной 100 мм. Время готовности для работы этих материалов – 1,5–2 ч. После чего в целях защиты от раскаленных частиц металла при резке поверхность покрывалась размоченной в воде глиной. В отличие от поролоновых пыжей [2] применение глины более надежно, целесообразно и удобно по причине доступности: глины на стройплощадке всегда в избытке. Далее производилась резка образцов и разделка кромок под сварку.

Резка, обработка фасок и разделка кромок осуществлялась углошлифовальной машинкой (Bosch). Работа проводилась вулканитовыми отрезными кругами. Нами было произведено 5 опытных работ с применением эпоксидных полимеров, 5 – с клеем-герметиком «Эласил» и столько же с подклейкой, пропитанной нитроклеем. После очистки поверхности был проведен инструментальный контроль. Состояние СЭП всех образцов у границ реза ремонта не требовало.

Таким образом, первые два способа надёжно обеспечивали защиту СЭП от случайных ударов с внешней стороны труб при проведении сварочно-монтажных работ «захлестных» стыков трасс [1]. Эти способы дали также неплохой результат и при ручной механической обработке труб. Однако для применения в стесненных условиях строительной площадки они неудобны тем, что эпоксидные полимеры и кремнийорганические герметики имеют время полимеризации (затвердевания) 18–24 ч, а в условиях отрицательных температур и более.

С целью сравнения эффективности существующих и предлагаемых способов защиты СЭП в настоящей работе было проведено 15 экспериментальных разрезов труб с внутренним СЭП Ø 150 мм и толщиной стенки 4,5 мм без какой-либо защиты СЭП. Проверка состояния покрытия искровым дефектоскопом (Корона-2 и Buckleys PHD 2-40) напряжением 3 кВт у места разреза и визуальная проверка показали:

1) недопустимые повреждения, которые гарантированно заплавятся в процессе сварочных работ (сколы, трещины, сквозные микротрещины длиной до 25 мм) имели 13 из 15 образцов;

2) недопустимые повреждения сплошного характера, нанесенные раскаленными частицами металла и остатками абразива в глубину образца до 100–120 мм, имели все 15.

Использование способа с проклейкой места реза тонкой тканью (бязь), пропитанной быстросохнущим клеем марки НЦ, и защитой от раскаленных частиц металла глиняным покрытием при резке труб, соединительных деталей, сегментов, обработке их фасок и разделке кромок, для изготовления узлов систем пожаротушения резервуаров и иных объектов в полевых условиях наиболее целесообразно для обеспечения целостности внутреннего силикатно-эмалевого покрытия (сравнительные характеристики надёжности СЭП контрольных и исследуемых образцов приведены на фотографиях (рис. 1–3).

Рис. 1. Повреждения от частиц абразива и металла при резке

Рис. 2. Сколы у места реза

Рис. 3. Отсутствие повреждений

Заключение

Внедрение предлагаемой технологии значительно повысит надежность инженерных сетей для транспортировки агрессивных продуктов, выполненных из труб с внутренним СЭП, и, как следствие, длительную безаварийную эксплуатацию объектов.

Библиографический список

1. *Шорин В.А., Литвинов В.С., Назаркин Е.А., Шорин А.В.* О сохранности силикатно-эмалевого покрытия в процессе сварочно-монтажных работ // СОК : ежемесячный отраслевой журнал. 2018. № 6. С. 46–47.
2. *Инструкция по строительству, эксплуатации и ремонту трубопроводов* с силикатно-эмалевым покрытием 2001 г. / Всероссийский Научно-исследовательский институт по строительству трубопроводов и объектов ТЭК АО «ВНИИСТ». № 3. С. 17–18.

References

1. *Shorin V.A., Litvinov V.S., Nazarkin E.A., Shorin A.V.* O sohrannosti silikatno-emalevogo pokrytiya v processe svarochno-montazhnyh rabot [Safety of silicate-enamel coating during mechanical works]. *Santekhnika, Otoplenie, Konditsionirovanie*. 2018. No. 6. Pp. 46–47. (rus)
2. Instrukciya po stroitel'stvu, ekspluatacii i remontu truboprovodov s silikatno-emalevym pokrytiem 2001g [Instructions for construction, operation and repair of silicate-enamel-coated pipelines]. Moscow: VNIIST. No. 3. Pp. 17–18. (rus)

Сведения об авторах

Шорин Валерий Анатольевич, инженер, ООО «Контроль качества», 443099, г. Самара, ул. Водников, 60, shorin6262@mail.ru

Литвинов Владимир Сергеевич, начальник участка, ООО «Транснефть-надзор», 614025, г. Пермь, ул. Героев Хасана, 68а.

Васильев Евгений Петрович, инженер, АО «Транснефть-Прикамье», 614065, г. Пермь, ул. Мира, 115а.

Шорин Андрей Валерьевич, коммерческий менеджер, ООО «Физика здоровья», 443068, г. Самара, ул. Лейтенанта Шмидта, 3.

Authors Details

Valerii A. Shorin, Engineer, OOO “Kontrol' kachestva”, 60, Vodnikov Str., 443099, Samara, Russia, shorin6262@mail.ru

Vladimir S. Litvinov, Section Manager, OOO “Transneft'-nadzor”, 68a, Geroev Khasana Str., Perm, Russia.

Evgenii P. Vasil'ev, Engineer, AO “Transneft'-Prikam'e”, 115a, Mira Str., Perm, Russia.

Andrey V. Shorin, Manager, OOO “Fizika Zdorovya”, 3, Leitenant Shmidt Str., Samara, Russia.

УДК 666.9-127 DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-112-118

В.В. ШЕХОВЦОВ, Н.К. СКРИПНИКОВА, Г.Г. ВОЛОКИТИН, О.Г. ВОЛОКИТИН, М.А. СЕМЕНОВЫХ, В.А. ВЛАСОВ,
Томский государственный архитектурно-строительный университет

ВЛИЯНИЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ ЧАСТИЦ НА МАТРИЦУ БЕТОННОЙ СИСТЕМЫ*

В настоящей работе представлены результаты исследования о влиянии некондиционных частиц на матрицу бетонной системы. Установлено, что в бетонных дисперсных системах происходит возникновение и развитие пространственных структурных каркасов с различной степенью заполнения их некондиционными частицами. Введение некондиционных частиц в состав матрицы бетонной системы приводит к формированию прочных структурных связей за счет контактирования частиц через адсорбционные и диффузионные слои, образованные в процессе формирования субмикрокристаллического гелия, обтекаемого новообразованными дисперсными областями (C-S-H). Верификация становления структурных связей в матрице бетонной системы осуществлялась с использованием сканирующей электронной микроскопии.

Ключевые слова: матрица бетона; некондиционные частицы; структурообразование; капиллярно-пористые и дисперсные системы; гидросиликаты.

Для цитирования: Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Волокитин Г.Г., Волокитин О.Г., Семеновых М.А., Власов В.А. Влияние некондиционных частиц на матрицу бетонной системы // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 112–118.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-112-118

V.V. SHEKHOVTSOV, N.K. SKRIPNIKOVA, G.G. VOLOKITIN, O.G. VOLOKITIN, M.A. SEMENOVYKH, V.A. VLASOV,
Tomsk State University of Architecture and Building

INFLUENCE OF NON-STANDARD PARTICLES ON THE CONCRETE SYSTEM MATRIX

This paper describes the influence of non-standard particles on the matrix of the concrete system. It is found that in the concrete dispersion systems, the formation and development of the spatial structures occurs with the different degree of their occupation with non-standard particles. The introduction of non-standard particles in the concrete matrix leads to the formation of strong structural bonds due to the particle interaction through the adsorption and diffusion layers. The latter appear during the formation of sub-microcrystalline helium surrounded by newly formed dispersion regions (C-S-H). The scanning electron microscopy is used to verify the formation of the structural bonds in the concrete system matrix.

Keywords: concrete matrix; non-standard particles; structure formation; capillary-porous systems; dispersion systems; hydrated silicates.

For citation: Shekhovtsov V.V., Skripnikova N.K., Volokitin G.G., Volokitin O.G., Semenovykh M.A., Vlasov V.A. Vliyanie nekonditsionnykh chastits na matritsu betonnoi sistemy [Influence of non-standard particles on the concrete system

* Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ FEMN-2020-0004.

© Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Волокитин Г.Г., Волокитин О.Г., Семеновых М.А., Власов В.А., 2020

matrix]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 112–118. DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-112-118

Физическая природа структурообразования тел основывается на изменении энергии межмолекулярного взаимодействия частиц между собой, вследствие чего в дисперсной среде наблюдается развитие новообразованных связей исследуемой матрицы материала. Рассматривая процессы структурообразования матрицы на основе вяжущих веществ, необходимо выделить главную особенность, которая представлена термодинамическим эффектом, за счет которого понижается степень насыщения системы влагой, что приводит к изменению активности обводнения (образование гидросиликатов), тем самым отличается степень насыщения матрицы в типичных капиллярно-пористых телах [1, 2]. Одной из перспективных капиллярно-пористых систем, рассматриваемых на сегодняшний день, является матрица бетона [3–5]. В настоящее время активно проводятся исследования в области модификации матрицы бетонных систем [6, 7] путем ввода некондиционных частиц (НКЧ) различной морфологии для улучшения компактности заполняемых ячеек (кластеров) дисперсной фазы, внутренней структуры и устойчивости к физико-механическим нагрузкам. В качестве НКЧ в большей степени используют шламы, шлаки и зольные остатки тепловых и металлургических предприятий, которые являются продуктом техногенного характера [8]. Однако увеличение содержания НКЧ в матрице бетонной системы вызывает такие проблемы, как низкая прочность, интенсивная подвижность дисперсной системы на ранней стадии твердения [9, 10], вследствие чего снижается долговечность конечного продукта.

Для оценки процессов структурообразования матрицы бетонной системы с учетом взаимодействия НКЧ необходимо отталкиваться от их физической природы образования. Большинство таких масс формируются за счет тепловых нагрузок на исходные сырьевые материалы, используемые на тепловых и металлургических предприятиях, вследствие чего выделяется побочный продукт (отходы), представленный мелкодисперсной скоагулированной массой [11–13]. В работах [14–16] отмечено, что применение таких масс приводит к агломерации и образованию пустот между границами раздела фаз за счет многостороннего взаимодействия частиц.

В настоящей статье представлены результаты исследований взаимодействия НКЧ с матрицей бетонной системы и их влияния на физическую природу структурообразования конечного продукта.

На основе проведенных ранее исследований [17–19] сформулированы тезисы о влиянии концентрации НКЧ на структурообразование матрицы бетонной системы:

– концентрация частиц в диапазоне $0 < k \geq 0{,}1$ приводит к точечной поляризации капиллярных эффектов на этапе выстраивания гидратных соединений. НКЧ выступают в качестве частичных барьеров (препятствующих центров) на стадии диффузионно-кинетического периода;

– при концентрации $0{,}1 \leq k \geq 0{,}3$ развиваются прочные структурные связи C-S-H с дополнительными центрами активации вяжущего компонента, вследствие

чего формируется стабильно-прочная структура матрицы. Частицы являются мостами образования алюмосиликатных матричных структур;

– при концентрации $k > 0{,}3$ введенные частицы выступают в качестве исходных флокуляционых компонентов, развивающих дестабилизацию на начальном этапе формирования структурных связей гидратных соединений за счет ослабления энергии молекулярного притяжения между частицами (гидросиликатов), несмотря на формирование плотной матрицы бетонной системы. При этом стоит отметить, что высокая концентрация НКЧ приводит к формированию флокул-центров, сдерживающих в себе значительное количество H_2O, которая не участвует в обеспечении подвижности бетонной матрицы.

Подтверждение образования прочных структурных связей (C-S-H) с введением НКЧ в диапазоне концентрации $0{,}1 \le k \ge 0{,}3$ находим на электронных снимках (рис. 1), где изображен шлиф поверхности модельных образцов матрицы бетонной системы.

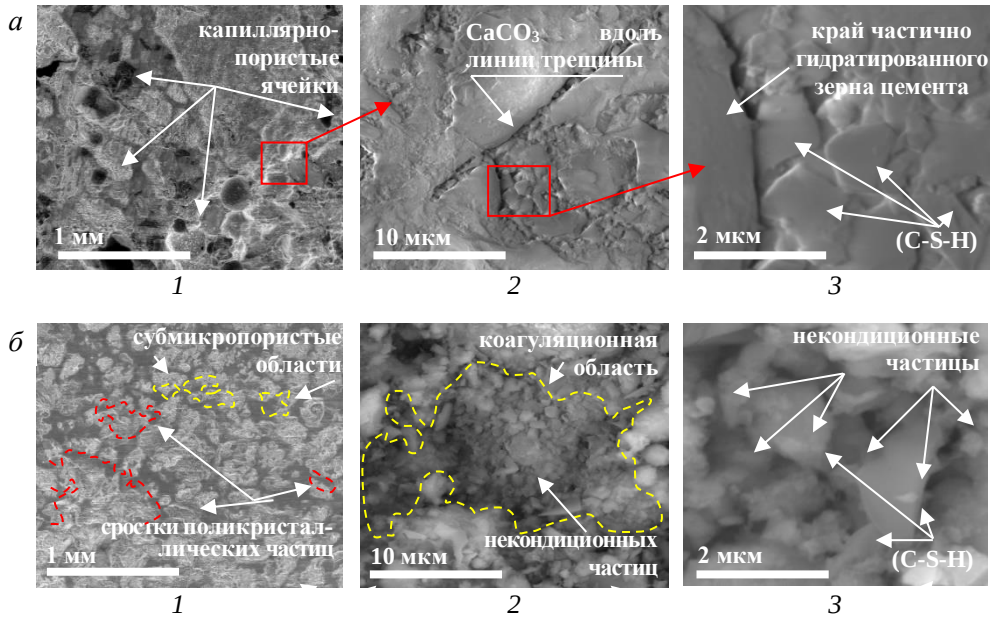


Рис. 1. Электронный снимок матрицы бетонной системы при $k = 0$ (*а*) и $k = 0{,}3$ (*б*):
1 – увеличение в 100 раз; *2* – 8000 раз; *3* – 40000 раз

Для оценки морфологии связнодисперсной системы, представленной матрицей бетона, произведен шлиф поверхности модельных образцов на глубину 3 мм. Первый оценочный объект представлен содержанием НКЧ $k = 0$. Как и в большинстве современных матричных бетонных систем, рассматриваемый объект имеет развитую микрокапиллярную структуру, при этом диаметр пор, как показано (рис. 1, *а*, снимок *1*), может достигать 0,5 мм. Одной из причин, существенно влияющих на прочностную характеристику конечного продукта, является присутствие в матрице негидратированной дисперсной фазы и непрореагировавших пуццолановых частиц (рис. 1, *а*, снимок *3*). При взаимодействии

углекислого газа, находящегося в воздухе, с жидкой фазой матрицы образуется углекислота, которая реагирует с фазой, представленной гидрооксидом кальция ($Ca(OH)_2$), вследствие чего образуется $CaCO_3$. Характерными местами зарождения $CaCO_3$ являются линии трещин в структурной матрице (рис. 1, *а*, снимок *2*). Прочностную характеристику матрице бетонной системы придают сформированные гидросиликаты кальция типа CSH(B) (обозначение по Р. Боггу), а также гексагональные зерна гидроалюминатов кальция. Приведенные соединения имеют слоистую кристаллическую решетку, способны отдавать и принимать определенное количество воды, заключенной между элементарными слоями решетки, без ее нарушения. Формирование слоистой структуры протекает на начальном этапе гидратации за счет новообразованных субкристаллических центров (CSH)B. В дальнейшем, с увеличением степени гидратации, контракция (CSH)B возрастает, но объем затвердевших ячеек не уменьшается. Вследствие этого результатом контракции является увеличение пористости вокруг сформированных центров. Величина пористости в этом случае зависит по большей части от исходного водоцементного фактора. Повышенная величина контракции может способствовать уменьшению деформации в твердеющей системе из-за более свободного размещения гелевидных новообразований в порах.

Переходя к рассмотрению модельного образца с $k = 0{,}3$ НКЧ, стоит отметить равномерное распределение сростков поликристаллических частиц с разделенными субмикропористыми разветвлениями, представленными коагулированными мелкодисперсными НКЧ (рис. 1, *б*, снимок *2*). Это связано с развитием межмолекулярных сил между НКЧ за счет достижения системой столь тесного межчастичного взаимодействия, при котором становится возможным проявление межмолекулярных сил, приводящих к образованию твердения матрицы бетонной системы. При протекании химических реакций вследствие термодинамического эффекта включается работа НКЧ в качестве сцепляемых поликристаллических частиц (янусов), находящихся в межзерновых кластерах. В этом случае НКЧ выступают в роли центров и связанных цепочек новообразований (CSH)B при превращении гелеобразного вещества в поликристаллическую пористую матрицу бетонной системы. Как видно (рис. 1, *б*, снимок *3*), гексагональные зерна (CSH)B имеют по своему периметру суб- и микронные включения, приближенные к форме гидросиликатов, и могут являться центрами активации появления дисперсной фазы в межпористой области на границах раздела фаз, включенных в матрицу бетонной системы.

Проведенные исследования позволили сформировать и объяснить процессы структурообразования матриц бетонных систем, модифицированных некондиционными частицами. Установлены граничные условия влияния НКЧ на физико-механические характеристики матрицы бетонной системы. Максимальная прочность модельных образцов достигалась при вводе НКЧ концентрацией $k = 0{,}3$. Увеличение концентрации НКЧ вплоть до $k = 0{,}5$ формирует структурированный каркас с высокой плотностью, но при этом пониженной прочностью. Это связано с перенасыщением системы НКЧ, частицы выступают в качестве исходных флокуляционых компонентов, развивающих дестабилизацию на начальном этапе формирования структурных связей гидратных соединений за счет ослабления энергии молекулярного притяжения между частицами (гидросиликатов).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Karim M.R., Hossain M.M., Manjur A.E., Mohd Zain M.F.* Effects of source materials, fineness and curing methods on the strength development of alkali-activated binder // Journal of Building Engineering. 2020. V. 29. P. 101147.
2. *Oderji S.Y., Chen B., Shakya C., et. al.* Influence of superplasticizers and retarders on the workability and strength of one-part alkali-activated fly ash/slag binders cured at room temperature // Construction and Building Materials. 2019. V. 229. P. 116891.
3. *Велданов В.А., Даурских А.Ю., Дудик Д.Е. и др.* Экспериментальные и теоретические исследования влияния механических свойств бетона и бетонных конструкций на характер их деформирования при проникании скоростного ударника // Известия высших учебных заведений. Физика. 2013. Т. 56. № 7-3. С. 26–28.
4. *Юдин А.С., Кузнецова Н.С., Иванов Н.А., Лопатин В.В.* Влияние характеристик канала капиллярного разряда при шпуровом отколе от массива бетона // Известия высших учебных заведений. Физика. 2014. Т. 57. № 3/3. С. 272–275.
5. *Лотов В.А., Сударев Е.А., Кутугин В.А.* Физико-химические процессы при активации цементно-песчаной смеси в центробежном смесителе // Известия высших учебных заведений. Физика. 2011. Т. 54. № 11/3. С. 346–349.
6. *Krasilin A.A., Panchuk V.V., Semenov V.G., Gusarov V.V.* Formation of variable-composition iron(III) hydrosilicates with the chrysotile structure // Russian Journal of General Chemistry. 2016. V. 86. № 12. P. 2581–2588.
7. *Skripnikova N.K., Potekaev A.I., Shekhovtsov V.V., et. al.* Carbon-containing technogenic raw materials in ceramic product production // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. V. 696. № 1. P. 012016.
8. *Torosyan V.F., Zeng X., Torosyan E.S., Lazareva A.N., Tesleva E.P.* Formation and utilization of recyclable wastes at engineering enterprise // Materials Science Forum. 2018. V. 927 MSF. P. 195–200.
9. *Химич Т.С., Матвеев С.А., Кадисов Г.М., Уткин В.А.* Использование отхода производства керамической пыли в качестве заполнителя в цементобетонных смесях // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. Т. 726. № 6. С. 18–23.
10. *Пичугин А.П., Денисов А.С., Хританков В.Ф., Пименов Е.Г.* Роль микроармирования в обеспечении эксплуатационных характеристик крупнопористого легкого бетона // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2016. Т. 696. № 12. С. 5–15.
11. *Devasahayam S.* Utilization and recycling of end of life plastics for sustainable and clean industrial processes including the iron and steel industry // Sustainable Materials and Technologies. 2019. V. 22. P. 00119.
12. *Meshalkin V.P., Puchkov A.Y., Dli M.I., Bobkov V.I.* Generalized Model for Engineering and Controlling a Complex Multistage Chemical Energotechnological System for Processing Apatite-Nepheline Ore Wastes // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2019. V. 53. № 4. P. 463–471.
13. *Dikhanbaev B., Dikhanbaev A.B., Sultan I., Rusowicz A.* Development of hydrogen-enriched water gas production technology by processing Ekibastuz coal with technogenic waste // Archive of Mechanical Engineering. 2018. V. 65. № 2. P. 221–231.
14. *Гарькина И.А., Данилов А.М., Королев Е.В.* Когнитивное моделирование при синтезе композиционных материалов как сложных систем // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2009. Т. 603/604. № 3/4. С. 30–37.
15. *Игнатова О.А., Макарова Н.В.* Влияние ультрадисперсной добавки сажевого пигмента на свойства гипсоцементно-пуццоланового вяжущего // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2017. Т. 707/708. № 11/12. С. 31–41.
16. *John V.M., Quattrone M., Abrão P.C.R.A., Cardoso F.A.* Rethinking cement standards: Opportunities for a better future // Cement and Concrete Research. 2019. V. 124. P. 105832.
17. *Скрипникова Н.К., Шеховцов В.В., Григоревская Д.К., Семеновых М.А., Юрьев И.Ю.* Мелкозернистый бетон с использованием отходов металлургии // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 2. С. 185–191.
18. *Власов В.А., Скрипникова Н.К., Шеховцов В.В., Семеновых М.А., Волокитин О.Г., Волокитин Г.Г.* Особенности формирования цементного клинкера в условиях низкотем-

пературной плазмы // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 11 (731). С. 24–32.
19. *Волокитин О.Г., Шеховцов В.В.* Перспективы использования низкотемпературной плазмы в строительстве и архитектуре // Физика и химия стекла. 2018. Т. 44. № 3. С. 324–327.

REFERENCES

1. *Karim M.R., Hossain M.M., Manjur A.E., Mohd Zain M.F.* Effects of source materials, fineness and curing methods on the strength development of alkali-activated binder. *Journal of Building Engineering*. 2020. V. 29. P. 101147.
2. *Oderji S.Y., Chen B., Shakya C., et. al.* Influence of superplasticizers and retarders on the workability and strength of one-part alkali-activated fly ash/slag binders cured at room temperature. *Construction and Building Materials*. 2019. V. 229. P. 116891.
3. *Veldanov V.A., Daurskikh A.Yu., Dudik D.Ye., et al.* Eksperimental'nyye i teoreticheskiye issledovaniya vliyaniya mekhanicheskikh svoystv betona i betonnykh konstruktsiy na kharakter ikh deformirovaniya pri pronikanii skorostnogo udarnika [Mechanical properties of concrete and concrete structures after deformation by high-speed hammer]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Fizika*. 2013. V. 56. No. 7/3. Pp. 26–28. (rus)
4. *Yudin A.S., Kuznetsova N.S., Ivanov N.A., Lopatin V.V.* Vliyaniye kharakteristik kanala kapillyarnogo razryada pri shpurovom otkole ot massiva betona [Characteristics of capillary discharge channel affecting blasthole-induced concrete array flushing]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Fizika*. 2014. V. 57. No. 3/3. Pp. 272–275. (rus)
5. *Lotov V.A., Sudarev Ye.A., Kutugin V.A.* Fiziko-khimicheskiye protsessy pri aktivatsii tsementno-peschanoy smesi v tsentrobezhnom smesitele [Physicochemical processes in activation of cement-sand mixture in centrifugal mixer]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Fizika*. 2011. V. 54. No. 11/3. Pp. 346–349. (rus)
6. *Krasilin A.A., Panchuk V.V., Semenov V.G., Gusarov V.V.* Formation of variable-composition iron(III) hydrosilicates with the chrysotile structure. *Russian Journal of General Chemistry*. 2016. V. 86. No. 12. P. 2581–2588.
7. *Skripnikova N.K., Potekaev A.I., Shekhovtsov V.V., et. al.* Carbon-containing technogenic raw materials in ceramic product production. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. V. 696. No. 1. P. 012016.
8. *Torosyan V.F., Zeng X., Torosyan E.S., Lazareva A.N., Tesleva E.P.* Formation and utilization of recyclable wastes at engineering enterprise. *Materials Science Forum*. 2018. V. 927 MSF. P. 195–200.
9. *Khimich T.S., Matveyev S.A., Kadisov G.M., Utkin V.A.* Ispol'zovaniye otkhoda proizvodstva keramicheskoy pyli v kachestve zapolnitelya v tsementobetonnykh smesyakh [The use of tile dust production waste as a concrete mix aggregate]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo*. 2019. V. 726. No. 6. Pp. 18–23. (rus)
10. *Pichugin A.P., Denisov A.S., Khritankov V.F., Pimenov Ye.G.* Rol' mikroarmirovaniya v obespechenii ekspluatatsionnykh kharakteristik krupnoporistogo legkogo betona [Micro-reinforcement in lightweight popcorn concrete performance]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo*. 2016. V. 696. No. 12. Pp. 5–15. (rus)
11. *Devasahayam S.* Utilization and recycling of end of life plastics for sustainable and clean industrial processes including the iron and steel industry. *Sustainable Materials and Technologies*. 2019. V. 22. P. 00119.
12. *Meshalkin V.P., Puchkov A.Y., Dli M.I., Bobkov V.I.* Generalized model for engineering and controlling a complex multistage chemical energotechnological system for processing apatite-nepheline ore wastes. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. 2019. V. 53. No. 4. Pp. 463–471.
13. *Dikhanbaev B., Dikhanbaev A.B., Sultan I., Rusowicz A.* Development of hydrogen-enriched water gas production technology by processing Ekibastuz coal with technogenic waste. *Archive of Mechanical Engineering*. 2018. V. 65. No. 2. Pp. 221–231.
14. *Gar'kina I.A., Danilov A.M., Korolev Ye.V.* Kognitivnoye modelirovaniye pri sinteze kompozitsionnykh materialov kak slozhnykh sistem [Cognitive modelling in synthesis of composite materials as complex systems]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo*. 2009. V. 603/604. No. 3/4. Pp. 30–37. (rus)

15. *Ignatova O.A., Makarova N.V.* Vliyaniye ul'tradispersnoy dobavki sazhevogo pigmenta na svoystva gipsotsementno-putstsolanovogo vyazhushchego [Effect of ultra-dispersed soot pigment on properties of gypsum cement pozzolanic binder]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo*. 2017. V. 707/708. No. 11/12. Pp. 31–41. (rus)
16. *John V.M., Quattrone M., Abrão P.C.R.A., Cardoso F.A.* Rethinking cement standards: Opportunities for a better future. *Cement and Concrete Research*. 2019. V. 124. P. 105832.
17. *Skripnikova N.K., Shekhovtsov V.V., Grigorevskaya D.K., Semenovykh M.A., Yur'ev I.Y.* Melkozernistyy beton s ispol'zovaniyem otkhodov metallurgii [Small-grain concrete based on metallurgy waste]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Journal of Construction and Architecture*. 2019. V. 21. No. 2. Pp. 185–191. (rus)
18. *Vlasov V.A., Skripnikova N.K., Shekhovtsov V.V., Semenovykh M.A., Volokitin O.G., Volokitin G.G.* Osobennosti formirovaniya tsementnogo klinkera v usloviyakh nizkotemperaturnoy plazmy [Cement clinker formation by low-temperature plasma]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo*. 2019. No. 11 (731). Pp. 24–32. (rus)
19. *Volokitin O.G., Shekhovtsov V.V.* Perspektivy ispol'zovaniya nizkotemperaturnoy plazmy v stroitel'stve i arkhitekture [Prospects for using low-temperature plasma in construction and architecture]. *Fizika i khimiya stekla*. 2018. V. 44. No. 3. Pp. 324–327. (rus)

Сведения об авторах

Шеховцов Валентин Валерьевич, ст. преподаватель, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, shehovcov2010@yandex.ru

Скрипникова Нелли Карповна, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, nks2003@mail.ru

Волокитин Геннадий Георгиевич, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, vgg-tomsk@mail.ru

Волокитин Олег Геннадьевич, докт. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, volokitin_oleg@mail.ru

Семеновых Марк Андреевич, аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, markik90@gmail.com

Власов Виктор Алексеевич, докт. физ.-мат. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, rector@tsuab.ru

Authors Details

Valentin V. Shekhovtsov, Senior Lecturer, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, shehovcov2010@yandex.ru

Nelli K. Skripnikova, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, nks2003@mail.ru

Gennady G. Volokitin, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, vgg-tomsk@mail.ru

Oleg G. Volokitin, DSc, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, volokitin_oleg@mail.ru

Mark A. Semenovykh, Research Assistant, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, markik90@gmail.com

Viktor A. Vlasov, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, rector@tsuab.ru

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.477.6:691 DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-119-131

А.А. МУРАТОВА, Ю.Н. КАРТУШИНА,
Волгоградский государственный технический университет

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ МЕТОДОВ СОРТИРОВКИ

Рассмотрен вопрос усовершенствования технологического процесса извлечения из твердых коммунальных отходов (ТКО) качественных утильных компонентов, используемых для изготовления теплоизоляционных изделий.

Актуальность темы обусловливается назревшей необходимостью нового подхода к переработке отходов с извлечением из них утильных компонентов, а для теплоизоляционных изделий в настоящее время идет поиск новых материалов.

Целью настоящей работы является подбор оптимального метода сортировки ТКО, который будет применимым для морфологического состава отходов, для получения более чистого вторичного сырья. Основными проблемами сортировки отходов являются: высокое содержание органических отходов, загрязняющих утильные компоненты и аппаратуру, низкий коэффициент автоматизации, невысокий коэффициент извлечения утильных компонентов из-за однократного прогона массы отходов.

Основные методы исследования аналитические: выполнен сравнительный анализ технологических и экологических критериев, трудозатрат различных методов сортировки ТКО, предлагаемых за рубежом и в России.

Результатом исследования является предложенный новый метод сортировки ТКО.

Вывод: в изменяющихся условиях жизни необходимо находить новые подходы к использованию отходов для производства материалов, отвечающих современным требованиям. Проблема сортировки и подготовки ТКО к дальнейшей утилизации только начинает решаться. В строительстве продолжается поиск новых материалов для теплоизоляции, отвечающих требованиям экологичности, безопасности, экономической целесообразности использования. Предлагаемый способ сортировки ТКО позволит повысить коэффициент извлечения утильных фракций и увеличить производительность в единицу времени.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы; сортировка отходов; теплоизоляционные изделия; методы сортировки отходов; сепарация; грохочение; утильные компоненты.

Для цитирования: Муратова А.А., Картушина Ю.Н. Получение компонентов для изготовления теплоизоляционных изделий из твердых коммунальных отходов

© Муратова А.А., Картушина Ю.Н., 2020

с применением новых методов сортировки // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 3. С. 119–131.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-119-131

A.A. MURATOVA, Yu.N. KARTUSHINA,
Volgograd State Technical University

MANUFACTURE OF HEAT-INSULATING PRODUCTS FROM SOLID MUNICIPAL WASTE USING NEW WASTE SEGREGATION

The paper considers the improvement of the process conditions for the extraction of high-quality components from solid municipal waste (MSW) for the manufacture of heat-insulating products. A new approach to waste processing with the component extraction is required, and new materials are being sought for heat-insulating products.

The purpose of this work is to select the optimum method of MSW segregation, which will be applicable to the morphological composition of wastes in Russia to obtain cleaner raw materials. The main problems of waste segregation are high content of organic waste polluting the components and equipment, low automation and recovery coefficient of waste components due to a single run of waste.

The main research methods include a comparative analysis of technological and environmental criteria and labor costs of MSW segregation differing in Russia and abroad.

The proposed new method of MSW segregation requires new approaches to the waste use for the production of modern materials. The first problem to be solved is MSW segregation and preparation for further utilization. A search for new, eco-friendly, safe and economically feasible heat-insulating materials is important in the construction field. The proposed method will increase the recovery rate of waste fractions and productivity per unit time.

Keywords: solid municipal waste; waste sorting; heat-insulating products; separation; waste fractions.

For citation: Muratova A.A., Kartushina Yu.N. Poluchenie komponentov dlya izgotovleniya teploizolyatsionnykh izdelii iz tverdykh kommunal''nykh otkhodov s primeneniem novoi sortirovki [Manufacture of heat-insulating products from solid municipal waste using new waste segregation]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 3. Pp. 119–131.
DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-3-119-131

Введение

В современном мире строительство, характеризуемое значительным потреблением сырьевых и энергетических ресурсов, занимает большую нишу проводимых в благоустройстве работ. Данный фактор приводит к истощению природных компонентов и образованию значительного объема загрязняющих веществ. Актуальность темы обусловливается тем, что в целях экономии вкладываемых средств и количества сырьевых ресурсов возникает необходимость применения новых материалов, и решение можно найти, рассматривая остро стоящий вопрос постоянно накапливающихся отходов. Новые теплоизоляционные материалы изготавливаются на основе компонентов, которые в значительном количестве выбрасываются в составе твердых коммунальных отходов

(ТКО). Согласно данным в год образуется 1,3 млрд т ТКО, или 1,2 кг ТКО в сутки на человека. При этом 15 лет назад эти показатели были на уровне 0,68 млрд т/г., или 0,64 кг/сут ТКО на человека, а по прогнозам к 2025 г. их количество от населения и предприятий увеличится до 2,2 млрд т в год, или из расчета 1,42 кг/сут на человека [1, 2]. Основная часть отходов вывозится на объекты захоронения, в России она составляет до 90 % от всего объема образовавшихся ТКО. Вопросы утилизации изделий из пластмасс и бумаги, потерявших свои потребительские свойства и попадающих в ТКО, на данный момент являются проблемой мирового масштаба [3, 4]. Кроме того, в целях ресурсосбережения и экологической безопасности регионов в почву через фильтрат полигонов и свалок не должны попадать ионы металлов и другие загрязнители. Однако прежде чем фракции ТКО в качестве вторичных материальных ресурсов направить на утилизацию, в том числе в производство теплоизоляционных изделий, встает вопрос их разделения. В России чаще всего практикуется однопоточная схема сбора отходов, и в массе ТКО находится смесь всех фракций, в том числе органических и неутильных. Основными проблемами сортировки отходов являются:

– высокое содержание органических отходов, загрязняющих утильные компоненты и аппаратуру, повышающих влажность массы ТКО и микробиологическое обсеменение, т. к. создаются благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов;

– низкий коэффициент автоматизации сортировки;

– невысокий коэффициент извлечения утильных компонентов из-за однократного прогона массы сортируемых отходов;

– утеря части цветных металлов.

Проблемы сортировки отходов с целью их дальнейшей утилизации пытаются решить крупнейшие мировые державы, например: США, Япония, Германия, Голландия и другие. На рис. 1 показаны методы обращения с ТКО в некоторых странах Европы [5].

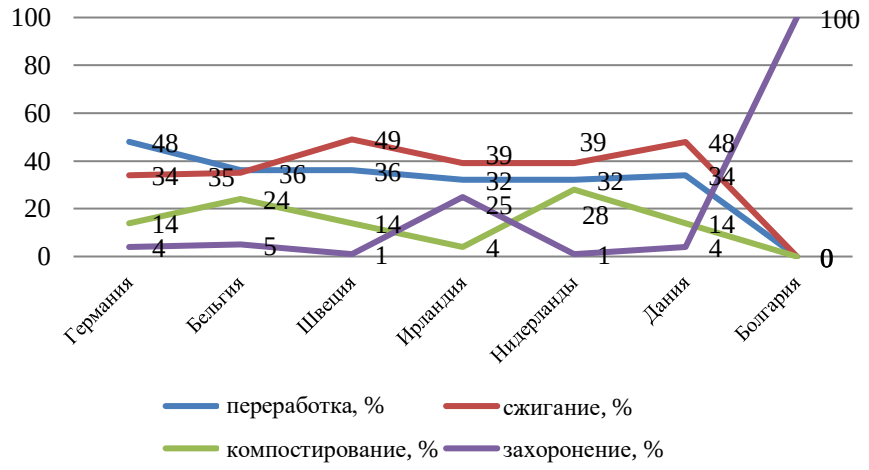


Рис. 1. Методы обращения с ТКО в некоторых странах Европы [5]

Выбор метода обращения с ТКО напрямую влияет на состояние окружающей среды каждой из этих стран [3, 6, 7].

Россия также включается в процесс разработки новых схем сортировки отходов, однако для их внедрения на территории нашей страны требуются новые подходы, а не заимствование имеющихся в мире. Это обусловлено различным морфологическим составом ТКО в России и в других странах. Диаграмма на рис. 2 наглядно показывает, что соотношение компонентов ТКО в странах разного благосостояния неодинаково [8].

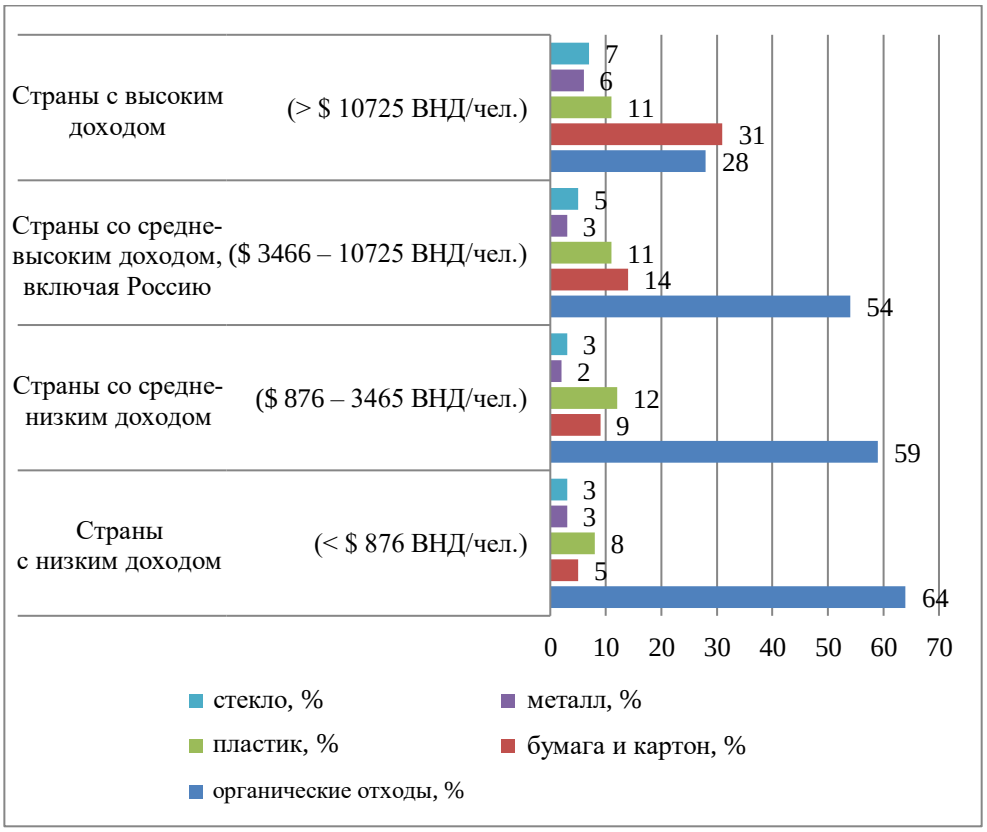


Рис. 2. Соотношение количества основных компонентов ТКО в зависимости от внутренней нормы доходности (ВНД) на душу населения [8]

В России и странах с более низким экономическим развитием характерно преобладание органических отходов, а для стран с высоким доходом характерно другое соотношение компонентов ТКО, процент содержания органики в них гораздо меньше. Различные исследователи изучают вопросы обращения с ТКО, актуальные для регионов России [9].

Во многих странах применяется другая система сбора отходов – двухпоточная, которая включает в себя локальную переработку органических отходов в домах, поэтому загрязнение потока ТКО органическими отходами минимальное. Например, в США широко применяются измельчители органических

отходов, оборудованные на кухнях, – диспоузеры. Измельченные отходы попадают в бытовые стоки и удаляются. Данные устройства безопасны, т. к. их изготавливают с соблюдением норм защиты, учитывая особенности использования. В Германии наряду с измельчением применяют сита, улавливающие отходы. Такими системами оборудованы целые жилые кварталы, которые становятся частично автономными. Они имеют свои биогазовые установки, перерабатывающие отходы в биогаз, сжигая который получают электроэнергию на собственные нужды, в частности на нагрев воды [5].

Целью настоящей работы является подбор оптимального метода сортировки ТКО для получения более чистых утильных компонентов, в том числе для изготовления теплоизоляционных изделий, который будет применимым для морфологического состава российских ТКО. Для достижения этой цели необходимо поставить ряд задач:

– проанализировать существующие схемы сортировки отходов;

– выбрать прототип, подходящий для реализации изменений;

– обосновать изменения в схеме сортировки отходов для улучшения разделения компонентов и производительности по отходам в единицу времени.

Аналитический обзор способов сортировки ТКО

Рассмотрен опыт специалистов из стран ближнего зарубежья, где благосостояние населения и уклад жизни во многом схожи с российскими, поэтому схожим является и соотношение компонентов ТКО.

Казахские разработчики, двигаясь по пути сокращения количества захораниваемых отходов, предлагают разделять отходы для выделения фракций, в переработке которых предприятия страны заинтересованы. На начальной стадии сортировки применяется ручной отбор, после которого масса оставшихся отходов взрыхляется ворошителем, который также выполняет функцию разрывателя упаковки (пакетов, коробок и прочего). Далее из потока извлекаются железосодержащие включения посредством транспортирования отходов в наклонном шнеке, оборудованном магнитом. Прошедшие эти этапы отходы направляются на измельчение и попадают в зону действия воздушного сепаратора. Целью воздушного сепарирования является классификация оставшихся ТКО на легковесные фракции (пластиковые изделия, бумага, картон и пр.) и тяжеловесные фракции (бой стекла и пр.), которые направляются на полигон [10].

Недостатками сортировки ТКО по предложенному казахскими специалистами методу являются:

– высокий коэффициент использования ручного труда рабочих;

– потеря тяжелых фракций (стекла и прочего), которые можно перерабатывать;

– недостаточно хорошее разделение фракций, особенно легких;

– сложность обслуживания технологической линии, обусловленная конструкцией линии сортировки ТКО;

– необходимость дополнительного разделения, т. к. этого требует дальнейшее вовлечение компонентов в утилизацию, и отсутствие чистых фракций, кроме железосодержащей.

Рассмотрим решение проблем сортировки ТКО, предлагаемое другими казахскими разработчиками. Предложено организовать раздельный сбор органических отходов в специальных пунктах приема, туда же сдаются другие компоненты ТКО, но уже совместно, т. е. осуществляется двухпоточная система сбора отходов. Ввиду того что органические отходы повышают микробиологическое обсеменение потока ТКО, создают антисанитарные условия и портят качество утильных компонентов, их из массы отходов необходимо удалять на первых этапах сортировки.

Далее предлагается использовать глубокую ручную сортировку, подразумевающую детальный разбор поступающих отходов по утильным фракциям. Из аппаратурного оформления можно выделить установку измельчения крупногабаритных отходов, а также прессы, которые будут завершать подготовку утильных фракций перед отправкой их на перерабатывающие предприятия. Кроме того, предлагается ввиду глубокого ручного отбора извлекать также опасные компоненты, попадающие в общий поток ТКО, которые необходимо передавать специальным организациям (ртутные лампы, термометры и пр.) [11].

Таким образом, решается ряд проблем утилизации, компоненты, получаемые на выходе сортировки, являются чистыми и хорошо разделенными по фракциям. Однако есть ряд существенных недостатков:

– необходимость большого числа рабочих;

– полное отсутствие автоматизации сортировки;

– трудоемкость реализации предлагаемого глубокого ручного отбора.

Для сравнения и возможности сделать выводы рассмотрим некоторые предложения логистики сортировки от российских авторов. Один из предлагаемых способов сортировки отходов включает в себя две линии цепных питающих и сортировочных конвейеров, посты ручной сортировки отходов и измельчитель для подготовки отходов к последующим стадиям переработки. Далее происходит прессование отобранных компонентов ТКО для дальнейшей утилизации. Одной из особенностей данного метода является применение герметизации остаточных органических отходов в капсулы, которые затем используются в пиролизной установке. Также при сортировке используются устройства озонирования воздуха в целях обезвреживания потока ТКО [12]. Затем специализированным датчиком определяется содержание органики в полученных после герметизации капсулах. Если её содержание значительно, то капсулы отправляют на пиролизную установку, это повышает эффективность работы по выработке электроэнергии и качественного жидкого топлива [Там же].

Исходя из вышеописанного следует, что авторы данного способа сортировки ТКО решают проблему извлечения и утилизации органических включений коммунальных отходов.

К недостаткам рассматриваемого метода сортировки ТКО можно отнести:

– не вполне эффективная ручная сортировка, а также отсутствие автоматизации на этапах извлечения утильных фракций (например, стекла, пластиков, металлов и пр.);

– низкая экономическая эффективность и малое внедрение некоторых предложенных решений.

Другим интересным для исследования методом является нижеследующий. Метод включает в себя сортировку ТКО на круговом транспортном конвейере, причем отходы проходят по нему несколько раз. Рабочие отбирают каждый свою заданную фракцию из ТКО, после чего сбрасывают отходы через отверстия в рабочей площадке в передвижные бункеры. После завершения отбора заданных компонентов из потока отходов с каждого рабочего места подают специальный сигнал. После получения сигналов опускают сбрасывающее устройство. Остатки ТКО попадают с транспортного кругового конвейера на ленточный выводящий конвейер. Через определенный расчетный промежуток времени сбрасывающее устройство поднимают и цикл повторяют.

Таким образом решаются проблемы сокращения времени простоя оборудования, повышается эффективность сортировки ТКО, однако она происходит автоматизированно, но без использования автоматических методов сортировки ТКО, которые являются более безопасными и снижают трудозатраты [13]. В основном сортировка ТКО в России в настоящее время становится частично автоматизированной. Некоторые вспомогательные операции (например, грохочение по фракциям крупности, измельчение, подвод и отвод массы отходов) выполняются машинами и аппаратами, но распознавание визуально и отбор утильных фракций вручную выполняют рабочие. Только ручная сортировка, без использования техники, отходит на второй план. Скорость ручного отбора утильных фракций относительно низкая. Даже применение нескольких циклов отбора, что встречается не слишком часто в реальных условиях, не дает значительного повышения эффективности извлечения компонентов, т. к. в реалиях нашей страны и стран ближнего зарубежья происходит значительное загрязнение отходов органикой, что существенно усложняет разделение компонентов. Также к недостаткам автоматизированного и ручного методов сортировки ТКО относятся более высокие требования к технике безопасности и охране труда [14].

Автоматическая сортировка представляет собой новый путь обращения с отходами, в том числе с ТКО, здесь сепарация фракций происходит с помощью различных аппаратов и машин, разделяющих поток отходов по различиям в тех или иных свойствах материалов [Там же].

В результате применения рассмотренного метода после завершения отбора остаются только органические и балластные отходы при почти полном отсутствии посторонних включений утильных материалов, что позволяет использовать их для дальнейшей утилизации с получением, например, компоста. Решается проблема редукции площадей полигонов захоронения ТКО, что значительно уменьшает вредное влияние на окружающую среду [13].

Новизна метода состоит также в том, что корпус установки для сортировки отходов выполнен в виде многогранника, в центре корпуса находится механический привод, который соединен с круговым транспортером. В конструкции рабочей зоны предусмотрены зонды принудительной вытяжной вентиляции, которые обеспечивают циркуляцию воздуха в верхней части корпуса сортировки отходов. Это сделано в целях обеспечения рабочим нормативных трудовых условий, регламентированных законодательством [13].

Недостатками метода является высокая стоимость реализации проекта, ввиду необходимости внедрения принципиально новой конструкции сортиро-

вочной зоны, а кроме того, нет применения современных сепарационных технологий, и производительность сортировки отходов в единицу времени весьма низкая из-за зацикливания одного и того же объема поступивших отходов.

Важно отметить, что из-за значительных (до нескольких миллионов тонн различного потенциально вторичного сырья) потерь утильных компонентов, содержащихся в ТКО и захораниваемых на полигонах, сейчас всерьез рассматривается вопрос так называемой расконсервации заполненных полигонов захоронения и отбора из этих ТКО утильных фракций. Крупнейшими свалками и полигонами ТКО в России, по данным ЧОО «Южно-Уральское Общественное Волонтерское Эко-Движение «Время Че», являются:

– Игумновский полигон площадью 111,5 га (год основания 1983), Нижний Новгород;

– Тимоховский полигон площадью 108,3 га (год основания 1984), Московская область;

– городская свалка г. Челябинска 80–100 га (год основания 1949);

– Красный Бор площадью 73 га (год основания 1969), Ленинградская область;

– Дмитровский полигон площадью 64 га (год основания 1983), Московская область.

Следовательно, на данных огромных площадях действительно захоронены миллионы тонн отходов.

Ввиду вышеизложенного можно резюмировать, что формирование новой логистики сортировки, наиболее удачно реализуемой в современных условиях обращения с отходами в России, является важным этапом в комплексе мер, направленных на минимизацию захоронения ТКО, а также в целях ресурсосбережения [14].

Результаты исследования

Для решения поставленных проблем сортировки ТКО за основу можно взять один из имеющихся способов сепарации отходов, такой, который имеет поле для внедрения новых технологических решений без затратных капиталовложений по предварительной редукции имеющейся логистики.

В способе сортировки ТКО, который был выбран авторами статьи за базовый, предлагается использовать современные контейнеры, отвечающие всем требованиям безопасности и обращения с отходами, крытые контейнерные площадки в целях защиты от влаги осадков; площадки временного накопления ТКО на сортировочной станции; ленточный конвейер с прерывистым движением для разгрузки контейнеров с нераздельно собранными ТКО; горизонтальный ленточный конвейер для сортировки отходов вручную по утильным фракциям, а также устройство для извлечения железосодержащих металлов [15].

К недостаткам этого способа в первую очередь можно отнести утерю части цветных металлов из-за ручной сортировки, а это важная экономически и в целях ресурсосбережения фракция, а также извлечение основных видов утильных компонентов вручную рабочими. Кроме того, необходимо решить проблему измельчения подготавливаемого к реализации утильного сырья в целях повышения его себестоимости и снижения затрат на обращение с ним в целом.

Для устранения указанных недостатков предлагается включить в процесс сортировки несколько этапов. ТКО после однопоточного сбора поступают на сортировочную станцию, их транспортировка осуществляется на специализированном автотранспорте, где исключено протекание фильтрата из ТКО по дороге к станции. Фильтрат является опасным для окружающей среды концентратом [16].

Вначале производится отбор крупногабаритных отходов, также для относительной гомогенезации ТКО имеется валок, захват отходов производится скребковым конвейером. Цех имеет два яруса, на втором происходит ручная автоматизированная конвейером сортировка по привычной схеме с уводом потоков на первый этаж в накопительные емкости, однако отбор производится не утильных фракций, а органической загрязняющей, требующей как можно более скорого удаления, и прочих неутильных фракций. Объем отходов, направляемых на дальнейшую сортировку в автоматическом режиме, значительно сокращается.

ТКО поступают на специализированный грохот в целях отбора легчайшей фракции (картон, бумага); она поступит по ленточному конвейеру на пресс. Спрессованные брикеты являются товарным продуктом, готовым к реализации заинтересованным в их переработке организациям. Фракция бумаги и картона востребована в производстве теплоизоляционных материалов, например таких как эковата. Эти материалы экологически безопасны и решают проблему утилизации целлюлозного вторсырья.

Затем поток поступает на дробилку, после чего следует этап электромагнитной сепарации. В магнитном вихретоковом сепараторе происходит разделение поступающего потока ТКО на три: немагнитная фракция, железосодержащие металлы и цветные металлы. Далее отобранные металлы подаются на пресс, брикеты являются товарным продуктом.

По классам крупности отходы после магнитной сепарации делятся на грохоте барабанного типа. Воздушный сепаратор будет работать в нескольких режимах для классов грохочения. Стекло и пластики являются товарными продуктами. Пластиковые отходы также применяются при изготовлении строительных материалов. В ряд органических теплоизоляционных материалов добавляются отходы различных пластмасс. Данные материалы в обширном ассортименте в настоящее время занимают большую нишу на рынке теплоизоляции. Они применяются в качестве среднего слоя многослойных конструкций – в штукатурных фасадах, при облицовке стен, в панелях и т. п. [17].

Затем фракции, поставляемые для изготовления теплоизоляционных изделий (например, бумага, картон, различные пластмассы), контролируются на выходе, после чего отправляются по классам крупности на переработку.

Предлагаемый способ сортировки ТКО позволит повысить коэффициент извлечения утильных фракций ввиду автоматизации их изъятия из общего потока, а также увеличить производительность в единицу времени.

Новизной предлагаемой схемы сортировки ТКО является: отбор вручную органических отходов, значительное уменьшение количества измельчаемых ТКО, работа аэросепаратора в различных режимах, определенных для каждого класса крупности смеси.

В таблице приведен сравнительный анализ показателей сортировки ТКО по существующим и предлагаемой схемам (из расчета на 1 т отходов).

Показатели сортировки по предлагаемой усовершенствованной схеме и другим ранее внедренным схемам

Показатели сортировки	Сортировка ТКО по предлагаемой схеме	Сортировка ТКО по существующим схемам
Степень извлечения утильных компонентов, %	От 50 до 75	От 10 до 45
Количество отходов на захоронение, т/т	При компостировании органических отходов – не более 0,2 При захоронении органических компонентов – около 0,6	Только захоронение отходов – 0,75
Электроемкая техника	Валок Конвейеры (не менее 10) Грохот (2 шт.) Измельчитель Магнитный сепаратор Компрессор воздуха Прессы (не менее 3) Освещение Вентиляция	Валок Конвейеры (не менее 2) Освещение Вентиляция
Количество рабочих мест, чел./смена	17 (из них 15 рабочих) при числе смен: 2	25 (из них 23 рабочих) при числе смен: 2

Заключение

Вопрос обращения с твердыми коммунальными отходами в Российской Федерации имеет перспективу развития ввиду большой социальной, экономической и экологической значимости. Важно отметить, что отходы оказывают негативное воздействие на состояние окружающей среды и ее обитателей [3, 18]. В изменяющихся условиях жизни необходимо находить новые подходы к использованию отходов для производства материалов, отвечающих современным требованиям. Проблема сортировки и подготовки ТКО к дальнейшей утилизации только начинает решаться. В строительстве продолжается поиск новых материалов для теплоизоляции, отвечающих требованиям экологичности, безопасности, экономической целесообразности использования. В статье предлагается новая логистика сортировки ТКО в целях выделения утильных компонентов, в том числе для изготовления теплоизоляционных изделий. Предлагаемый способ сортировки ТКО позволит повысить коэффициент извлечения утильных фракций, их качество и увеличить производительность в единицу времени.

Библиографический список

1. *Daniel Hoornweg, Perinaz Bhada-Tata.* What a waste. A Global Review of Solid Waste Management // Urban Development & Local Government Unit. World Bank. Washington, USA. March 2012. № 15. 116 p.
2. *Джамалова Г.А.* Антропогенная эпоха твердых коммунальных отходов // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического ун-та). 2013. № 19 (45). С. 93–97.
3. *Коростелева М.В., Коростелева Н.В.* Обращение с твердыми коммунальными отходами как фактор обеспечения экологической безопасности: анализ зарубежного и российского опыта // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3 (76). С. 124–133.
4. *Geoffrey Hamer.* Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety // Biotechnology Advances. December 2003. V. 22. Iss. 1–2. P. 71–79.
5. *Сопилко Н.Ю.* Переработка отходов – анализ мировых тенденций // Твердые бытовые отходы. 2011. № 11 (65). С. 42–44.
6. *Magdalena D.V., Jakub Elbl et al.* Environmental risk assessment and consequences of municipal solid waste disposal // Chemosphere. October 2018. V. 208. P. 569–578.
7. *Ying-Chu Chen.* Effects of urbanization on municipal solid waste composition // Waste Management. September 2018. V. 79. P. 828–836.
8. *Соломин И.А., Афанасьева В.И.* Состав и свойства твердых коммунальных отходов, учитываемые при выборе технических методов обращения с отходами // Природообустройство. 2017. № 3. С. 82–90.
9. *Уланова О.В., Шевела М.А.* Ситуационный анализ перехода на новую систему в области обращения с отходами в Иркутской области // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2018. № 2. С. 5–20.
10. *Пат. 31585* Республика Казахстан, МПК B03B9/06. Технологическая линия предварительной сортировки твердых бытовых отходов / М.К. Сайлаубаев, Ж.К. Саменова, К.К. Каскирбаев, Ж.А. Арыстангулова ; заявитель и патентообладатель Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова. № 2015/0421.1 ; заявл. 26.03.2015 ; опубл. 30.09.2016, Бюл. № 12.
11. *Пат. 26418* Республика Казахстан, МПК B03B9/06. Способ сортировки бытовых отходов / М.Х. Елеусизов ; заявитель и патентообладатель ЧУ «Экологический союз Ассоциаций и предприятий Казахстана «Табигат». № 2012/0668.1 ; заявл. 08.06.2012 ; опубл. 14.12.2012 ; Бюл. № 12.
12. *Пат. 2408443* Российская Федерация, МПК B09B3/00. Комплекс сортировки и утилизации твердых бытовых отходов / Н.П. Векслер, М.А. Федяшин, С.А. Кучеренков, Г.М. Золотарев, О.М. Кодолов ; заявитель и патентообладатель ООО «Энергетика и технология». № 2009101672/21 ; заявл. 21.01.09 ; опубл. 10.01.11, Бюл. № 1.
13. *Пат. 2389565* Российская Федерация, МПК B09B3/00. Способ сортировки твердых бытовых отходов и установка для его осуществления / С.П. Черепанов, М.С. Черепанов, Е.Г. Ситников, С.М. Гречухин ; заявитель и патентообладатель С.П. Черепанов. № 2009105813/03 ; заявл. 27.02.09 ; опубл. 20.05.10, Бюл. № 14.
14. *Ламзина И.В., Желтобрюхов В.Ф., Шайхиев И.Г.* Анализ методов сортировки твердых бытовых отходов // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 5. С. 244–247.
15. *Пат. 2282507* Российская Федерация, МПК B09B3/00. Способ сортировки твердых отходов и комплекс для его осуществления / Ф.Б. Ананьев, Д.Н. Аскаров, Е.Н. Семиохина, М.Л. Кузнецов ; заявители и патентообладатели Ф.Б. Ананьев, Д.Н. Аскаров, Е.Н. Семиохина, М.Л. Кузнецов. № 2005104709/03 ; заявл. 21.02.05 ; опубл. 27.08.06.
16. *Джамалова Г.А.* Антропогенный пресс ТКО на водный режим полигона // Известия российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2014. № 165. С. 112–120.

17. *Щербак А.С.* Исследование свойств современных теплоизоляционных материалов // Наука и прогресс транспорта ; Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2013. Вып. 2 (44). С. 136–143.
18. *Alec Liu, Fei Ren et al.* A review of municipal solid waste environmental standards with a focus on incinerator residues // International Journal of Sustainable Built Environment. 2015. V. 4. Iss. 2. P. 165–188.

REFERENCES

1. *Daniel Hoornweg, Perinaz Bhada-Tata.* What a waste. A global review of solid waste management. In: Urban Development & Local Government Unit. World Bank. Washington, USA. 2012. No. 15. 116 p.
2. *Dzhamalova G.A.* Antropogennaya epokha tverdykh kommunal'nykh otkhodov [Anthropogenic age of municipal solid waste]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo instituta*. 2013. No. 19 (45). Pp. 93–97. (rus)
3. *Korosteleva M.V., Korosteleva N.V.* Obrashchenie s tverdymi kommunal'nymi otkhodami kak faktor obespecheniya ekologicheskoi bezopasnosti: analiz zarubezhnogo i rossiiskogo opyta [Treatment of solid municipal waste as a factor of environmental safety: analysis of foreign and Russian experiences]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2019. No. 3 (76). Pp. 124–133. (rus)
4. *Geoffrey Hamer*. Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety. *Biotechnology Advances*. 2003. V. 22. No. 1–2. Pp. 71–79.
5. *Sopilko N.Yu.* Pererabotka otkhodov analiz mirovykh tendentsii [Recycling as a global trend analysis]. *Tverdye bytovye otkhody*. 2011. No. 11 (65). Pp. 42–44. (rus)
6. *Magdalena D.V., Elbl J., et al.* Environmental risk assessment and consequences of municipal solid waste disposal. *Chemosphere*. 2018. V. 208. Pp. 569–578.
7. *Ying-Chu Chen*. Effects of urbanization on municipal solid waste composition. *Waste Management*. 2018. V. 79. Pp. 828–836.
8. *Solomin I.A., Afanas'eva V.I.* Sostav i svoistva tverdykh kommunal'nykh otkhodov, uchityvaemye pri vybore tekhnicheskikh metodov obrashcheniya s otkhodami [Composition and properties of municipal solid waste for selecting water treatment methods]. *Prirodoobustvoistvo*. 2017. No. 3. Pp. 82–90. (rus)
9. *Ulanova O.V., Shevela M.A.* Situatsionnyi analiz perekhoda na novuyu sistemu v oblasti obrashcheniya s otkhodami v Irkutskoi oblasti [Situational analysis of transition to a new waste management system in the Irkutsk region]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*. 2018. No. 2. Pp. 5–20. (rus)
10. *Sailaubaev M.K., Samenova Zh.K., Kaskirbaev K.K., Arystangulova Zh.A.* Tekhnologicheskaya liniya predvaritel'noi sortirovki tverdykh bytovykh otkhodov [Municipal solid waste presorting production line]. KZ Patent N 31585. 2016. 3 p. (rus)
11. *Eleusizov M.Kh.* Sposob sortirovki bytovykh otkhodov [Household waste sorting method]. KZ Patent N 26418. 2012. 3 p. (rus)
12. *Veksler N.P., Fedyashin M.A., Kucherenkov S.A., Zolotarev G.M., Kodolov O.M.* Kompleks sortirovki i utilizatsii tverdykh bytovykh otkhodov [Municipal solid waste management complex]. RF Patent N 2408443. 2011. 8 p. (rus)
13. *Cherepanov S.P., Cherepanov M.S., Sitnikov E.G., Grechukhin S.M.* Sposob sortirovki tverdykh bytovykh otkhodov i ustanovka dlya ego osushchestvleniya [Waste segregation method and equipment]. RF Patent N 2389565. 2010. 9 p. (rus)
14. *Lamzina I.V., Zheltobryukhov V.F., Shaikhiev I.G.* Analiz metodov sortirovki tverdykh bytovykh otkhodov [Analysis of solid waste segregation methods]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2015. V. 18. No. 5. Pp. 244–247. (rus)
15. *Anan'ev F.B., Askarov D.N., Semiokhina E.N., Kuznetsov M.L.* Sposob sortirovki tverdykh otkhodov i kompleks dlya ego osushchestvleniya [Solid waste classification and equipment]. RF Patent N 2282507. 2006. 8 p. (rus)
16. *Dzhamalova G.A.* Antropogennyi press TKO na vodnyi rezhim poligona [Anthropogenic MSW press on water regime of landfill]. *Izvestiya rossiiskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gertsena*. 2014. No. 165. Pp. 112–120. (rus)

17. *Shcherbak A.S.* Issledovanie svoistv sovremennykh teploizolyatsionnykh materialov [Properties of modern heat-insulation materials]. Nauka i progress transporta. *Vestnik Dnepropetrovskogo natsional'nogo universiteta zheleznodorozhnogo transporta*. 2013. No. 2 (44). Pp. 136–143. (rus)
18. *Alec Liu, Fei Ren, et al.* A review of municipal solid waste environmental standards with a focus on incinerator residues. *International Journal of Sustainable Built Environment*. 2015. V. 4. No. 2. Pp. 165–188.

Сведения об авторах

Муратова Анна Александровна, магистрант, Волгоградский государственный технический университет, 400005, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28, anna190297@hotmail.com

Картушина Юлия Николаевна, канд. геол.-мин. наук, доцент, Волгоградский государственный технический университет, 400005, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28, kartysina@rambler.ru

Authors Details

Anna A. Muratova, Undergraduate Student, Volgograd State Technical University, 28, Lenin Ave., 400005, Volgograd, Russia, anna190297@hotmail.com

Yuliya N. Kartushina, PhD, A/Professor, Volgograd State Technical University, 28, Lenin Ave., 400005, Volgograd, Russia, kartysina@rambler.ru