

[illegible]

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
Иняхотов И.С., докт. техн. наук, профессор, директор инженерно-строительного института СФУ; iinzhotov@sfu-kras.ru, г. Красноярск
Князя 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
Кумляк 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

ВЕСТИК ТГАСУ № 4 – 2019

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 21.08.2019. Формат 70×108/16. Гарнитура Таймс.
Уч.-изд. л. 14,22. Усл. печ. л. 16,89. Тираж 200 экз.
Зак. № 140.

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, 2019

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

VESTNIK
TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO
ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA

JOURNAL

OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Volume 21

№ 4 2019
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Published since April 1999

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines, typical of notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

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. Kudryakov A.I., DSc, Professor; RAACS Adviser, Head of Construction Engineering Technology Dept., TSUAB (Tomsk, Russia); kudryakov@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; ovsnn@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 № 4 – 2019

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: 21.08.2019. Paper size: 70×108/16. Typeface: Times New Roman
Published sheets: 14,22. Conventional printed sheets: 16,89. Print run: 200 copies
Order N 140.

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, 2019

С О Д Е Р Ж А Н И Е

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Фадеев К.В. Архитектура зданий первых гимназий города Томска второй половины XIX века (ТГАСУ, г. Томск).....	7
Тарасова Ю.И., Киншт А.В. Территориальный кластер в градостроительном планировании России (НГУАДИ, г. Новосибирск)	22
Царёв В.И., Царёв В.В. Реконструкция Красноярского острога 1748 г. (ИАИД СФУ, г. Красноярск, НИИТИАГ, г. Москва).....	35
Петрусенко Ю.В. Синтез элементов декора в архитектуре «кирпичного стиля» конторы купца Н.А. Панина (ААИ ЮФУ, г. Ростов-на-Дону)	53
Белова Д.А., Семенченко Е.И. Архитектурное формирование социального пространства жизнедеятельности для людей разных возрастных групп, оставшихся на социальном попечении (ИАИД СФУ, г. Красноярск).....	62
Токарев А.Е. Концептуальная модель функционального зонирования модуля временного проживания для арктических районов России (ТИУ, г. Тюмень)	76
Поляков Е.Н., Корж М.И. Становление фортификационного искусства в странах Древнего Востока (ТГАСУ, г. Томск).....	94
Мжельский В.М. К вопросу об изменениях в стилистике советской архитектуры 1930-х годов (НГАСУ, г. Новосибирск)	125

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Галяутдинов З.Р. Динамический критерий прочности бетона при плоском напряженном состоянии (ТГАСУ, г. Томск).....	138
Большанина Т.С. Исследование акустического режима городской территории на примерах г. Томска (ТГАСУ, г. Томск).....	146

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Ануфриев М.О., Титов М.М. Совершенствование устройств для предварительного электронагрева бетонной смеси (НГАСУ, г. Новосибирск).....	155
--	-----

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Шабанов Е.А., Простов С.М., Герасимов О.В. Лабораторные исследования процессов электрохимической очистки грунтов в основаниях эксплуатируемых зданий и сооружений от нефтепродуктов (КузГТУ, г. Кемерово).....	168
---	-----

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Бокарев С.А., Усольцев А.М., Служаев А.И. Предупреждение появления усталостных трещин в сварных металлических пролётных строениях (СГУПС, г. Новосибирск).....	181
---	-----

C O N T E N T S

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

Fadeev K.V. Architecture of the first high schools in Tomsk late in the 19th century (Tomsk)	7
Tarasova Y.I., Kinsht A.V. Territorial cluster in urban planning of Russia (Novosibirsk).....	22
Tsarev V.I., Tsarev V.V. Reconstruction of a Krasnoyarsk gaol founded in 1748 (Krasnoyarsk, Moscow)	35
Petrusenko Y.V. Decorative elements in brick style architecture in N.A. Panin's building (Rostov-on-Don).....	53
Belova D.A., Semenchenko E.I. Architectural exemplification of social space for different age groups on social welfare (Krasnoyarsk)	62
Tokarev A.E. Conceptual model of functional zoning of temporary residence in the Arctic regions of Russia (Tyumen)	76
Polyakov E.N., Korzh M.I. Formation of fortification art in Ancient East countries (Tomsk)	94
Mzhelsky V.M. Changes in Soviet architectural styles in the 1930s (Novosibirsk).....	125

BUILDING AND CONSTRUCTION

Galyautdinov Z.R. Dynamic strength condition of concrete under plane stress state (Tomsk).....	138
Bolshanina T.S. Acoustic level in Tomsk urban area (Tomsk).....	146

CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

Anufriev M.O., Titov M.M. Improvement of devices for preliminary electric heating of concrete mixture (Novosibirsk)	155
---	-----

BASES, FOUNDATIONS AND SUBSTRUCTURES

Shabanov E.A., Prostov S.M., Gerasimov O.V. In vitro studies of electrochemical purification of foundation soil from oil products (Kemerovo)	168
--	-----

ENGINEERING AND CONSTRUCTION OF ROADS, SUBWAYS, AIRDROMES, AND TUNNELS

Bokarev S.A., Usoltsev A.M., Sluzhaev A.I. Prevention of metal bridge spans from fatigue cracking (Novosibirsk).....	181
--	-----

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 727.035:377(571.16)

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-7-21

К.В. ФАДЕЕВ,

Томский государственный архитектурно-строительный университет

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ ПЕРВЫХ ГИМНАЗИЙ ГОРОДА ТОМСКА ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX ВЕКА

Рассматривается история возникновения и дальнейшего развития первых гимназий в г. Томске. Затронут архитектурный аспект, связанный с обеспеченностью гимназий собственными, приспособленными для проведения образовательного процесса, зданиями, которые, в свою очередь, повлияли на формирование архитектурного облика Томска.

Со второй половины XIX в. господствующим архитектурным направлением в облике зданий Томска становится эклектика, которая характеризуется смешением различных стилей. Одним из направлений в эклектике был так называемый «кирпичный» стиль. В этом стиле больше всего было построено учебных заведений, в том числе Мариинская женская и губернская мужская гимназии.

Актуальность исследования обусловлена проблемами сохранения архитектурного наследия второй половины XIX в. в сфере материальной культуры исторического центра города, являющегося важным культурологическим и воспитательным фактором.

Цель статьи – изучение архитектуры зданий учебных заведений Томска на примере первых гимназий, выполненных в так называемом «кирпичном» стиле.

В основе исследования лежат принципы историзма и объективности, а в числе конкретно-исторических методов применялись источниковедческий, библиографический и сравнительный, а также методы архитектуроведческого анализа культурных объектов – памятников архитектуры.

В результате исследования установлено, что деятельность ряда архитекторов привела к сложению уникального архитектурного наследия второй половины XIX в., образующего архитектурный облик исторической части Томска, требующего изучения, целесообразного использования и сохранения. На основе опубликованных и архивных материалов внесены уточнения в обстоятельства и даты возникновения зданий учебных заведений. Результаты исследования были апробированы в докладе «Первые томские гимназии» на заседании Пушкинского исторического общества.

Ключевые слова: архитектура; Томская губерния; краеведение; женская гимназия; купечество; мужская гимназия; «кирпичный» стиль; классицизм; эклектика.

Для цитирования: Фадеев К.В. Архитектура зданий первых гимназий города Томска второй половины XIX века // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 7–21.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-7-21

K.V. FADEEV,

Tomsk State University of Architecture and Building

ARCHITECTURE OF THE FIRST HIGH SCHOOLS IN TOMSK LATE IN THE 19th CENTURY

The article deals with the history of the emergence and development of the first high schools in Tomsk. The architectural aspect associated with the provision of the high schools with their own buildings adapted to the educational process is described, which, in turn, affected the formation of the architectural appearance of Tomsk.

Late in the 19th century, eclecticism characterized by a mixture of different styles, became the dominant architectural trend in the appearance of buildings in Tomsk. One of the trends in eclecticism was the brick style, according to which the educational institutions were built most of all, including the Mariinsky women's and provincial men's high schools.

The relevance of the study is conditioned by the problems of preserving the architectural heritage of the second half of the 19th century in relation to the historical center of the city, which is an important cultural and educational factor.

The purpose of this work is to study the brick style architecture of the first high schools in Tomsk. The study is based on the principles of historicism and objectivity. The specific historical methods include a study of bibliographic and comparative sources and methods of architectural analysis of the cultural objects.

It is shown that the activities of a number of architects resulted in a unique architectural heritage of the 19th century, forming the architectural appearance of the historical part of Tomsk. The results of this study are reported at the meeting of Pushkin Historical Society.

Keywords: architecture; Tomsk province; local history; female gymnasium; merchants; male gymnasium; brick style; classicism; eclecticism.

For citation: Fadeev K.V. Arkhitektura zdaniy pervykh gimnazii goroda Tomsk vtoroi poloviny XIX veka [Architecture of the first high schools in Tomsk late in the 19th century]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 7–21.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-7-21

В современной России в свете реорганизации и реформирования системы образования и широкого распространения различного вида средних учебных заведений типа лицеев и гимназий следует обратиться к историческому опыту времен Российской империи и рассмотреть, как решали данную проблему в дореволюционный период на примере двух первых гимназий провинциального г. Томска. В статье затронут архитектурный аспект, связанный с обеспеченностью гимназий собственными, приспособленными для проведения образовательного процесса, зданиями, которые, в свою очередь, повлияли на формирование архитектурного облика Томска. В юбилейный 2018 г. Томской мужской гимназии исполнилось 180 лет, а Томской Мариинской женской гимназии – 155 лет. Результаты исследования были апробированы в докладе «Первые томские гимназии» на заседании Пушкинского исторического общества в Томской областной универсальной научной библиотеке (ТОУНБ) им. А.С. Пушкина 22 ноября 2018 г.

Источниковую базу исследования составил весьма широкий круг разнообразных архивных и опубликованных материалов, таких как дореволюционная периодическая печать и делопроизводственные документы, справочные издания и иллюстративные материалы. Использованы данные и из предше-

ствовавшей нам исследовательской литературы. Методология и методика исследования включают в себя три основных уровня: общенаучный, общесторический и конкретно-исторический, а в числе конкретно-исторических методов применялись источниковедческий, библиографический и сравнительный, а также методы архитектуроведческого анализа памятников архитектуры. В основе исследования лежат принципы историзма и объективности.

После превращения Томска в 1804 г. в губернский центр усилилась потребность в образованных кадрах чиновников и учителей. Силами уже имевшегося Малого народного училища, преобразованного в 1811 г. по «Уставу учебных заведений, подведомых университетам» от 5 ноября 1804 г. в уездное, данную проблему решить не удавалось. Неоднократные обращения директора училищ Томской губернии к попечителю Казанского учебного округа с ходатайством об открытии гимназии и к городской думе с предложением финансирования строительства дома для гимназии заканчивались ничем ввиду отсутствия в городе просторного дома, а средства на постройку нового отсутствовали как у казны, так и у местного общества.

Ситуация стала меняться в лучшую сторону, когда высочайшим указом от 8 декабря 1828 г. император Николай I повелел открыть гимназию в каждом губернском городе. «Учебные заведения, для образования юношества в государстве Нашем... всегда обращали на себя особенное Наше внимание. Желая усилить способы их действия и, вместе с тем, дать... единообразия началам, на коих они были основаны, признали Мы нужным... иметь в каждой из сибирских губерний по одной гимназии» [1, с. 1]. Однако прошло немало лет со времени издания высочайшего указа об открытии гимназии в Томске, а решение проблемы так и не сдвинулось с места. Как пишет Е.В. Сизова, «задержка с открытием гимназии объяснялась тем, что не нашлось подходящего для нее помещения, т. к. ни местное общество, ни городская дума не взяли на себя расходы по строительству нужного здания. Когда в 1836 г. вопрос об учреждении в Томске мужской гимназии был решен, все крупные здания в городе были заняты либо присутственными местами, либо не подходили для размещения в них учебного заведения» [2, с. 107].

Несмотря на это, было принято решение открывать гимназию в арендованном доме на отпущенные городу в 1837 г. государственным казначейством 3970 руб. 30 коп. [3, с. 4]. Первым зданием для гимназии стал двухэтажный каменный дом с деревянным флигелем купчихи Е. Хлебниковой (считается, что дом сохранился и находится по адресу проспект Ленина, 129). После долгого ожидания 10 декабря 1838 г. состоялось торжественное открытие Томской гимназии в составе двух классов, скомплектованных путем перевода в нее 25 учеников из II и III классов уездного училища [4, с. 74; 5, с. 10]. В связи с увеличением количества обучающихся в 1842 г. был арендован еще и верхний этаж с мезонином в соседнем доме купца Н.И. Верещагина. Размещение гимназии в частном доме предполагалось временным, т. к. уже после открытия гимназии был составлен план постройки для нее собственного дома.

Главный недостаток арендованных помещений заключался в непригодности комнат для нормального функционирования учебных классов и пансионата для воспитанников, а также их несоответствие требованиям са-

нитарно-гигиенических норм. Оказалось, что «внизу помещались погреб и винная лавка, куда то вкатывают с грохотом бочки, то входят всевозможные посетители, встречаемые и провожаемые собаками, от которых не мало доставалось воспитанникам». Ко всему прочему в доме были неисправные печи и плохая вентиляция, а владелец дома Е. Хлебникова, пользуясь безвыходным положением гимназии, вышеперечисленные проблемы не устранила, а лишь подняла арендную плату [1, с. IX приложения]. Поэтому возникла необходимость в расширении помещения гимназии, что и произошло во время летних каникул 1844 г., когда гимназия переехала в новое здание уездного училища, а то, в свою очередь, в дом Е. Хлебниковой. Здесь следует пояснить, что современные исследователи А.Н. Жеравина, Е.В. Сизова вслед за А.И. Мисюревым пишут об этом обмене 1844 г., но никто из них не указывает месторасположение этого нового здания Томского уездного училища. Вполне возможно, что дом Е. Хлебниковой и здание уездного училища по адресу проспект Ленина, 129, это один и тот же объект, который, по нашему мнению, изначально был построен в 1844 г. для Томского уездного училища (рис. 1). Соответственно возникает вопрос о месте нахождения доходного дома купчихи Е. Хлебниковой, но на данный момент архивные изыскания не позволяют внести точность в разрешение этого вопроса.

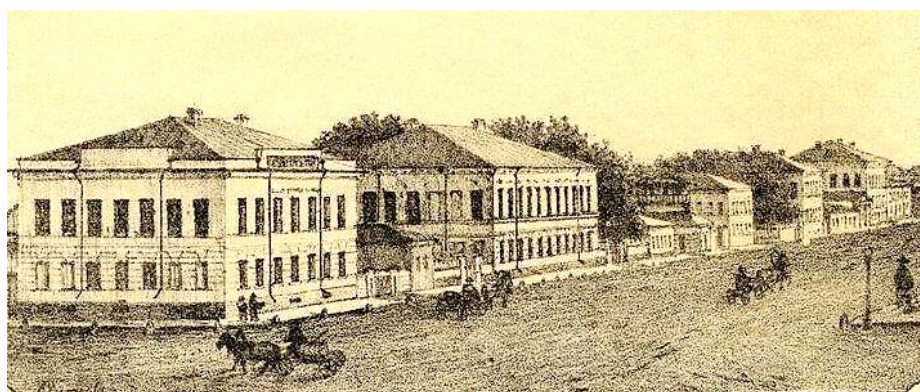


Рис. 1. На первом плане – Томская мужская гимназия. Улица Миллионная. Из альбома «Виды Томска, рисованные с натуры художником Кошаровым». Литография 1886 г.

На углу ул. Миллионной (пр. Ленина, 129) и Приюто-Духовского (Совпартшкольного) переулков расположено двухэтажное кирпичное оштукатуренное здание, выполненное в стиле позднего классицизма (рис. 2). Проект этого здания принадлежит известным петербургским архитекторам Л.И. Шарлеманю (1784–1845) и П.И. Висконти (1778–1843) и утвержден в совете Министерства путей сообщения и публичных зданий 23 ноября 1836 г. Непосредственным производителем работ по постройке здания уездного училища был Г.П. Летучий, занимавший с 1839 по 1842 г. должность архитекторского помощника в Томске. Ну а губернским архитектором в этот период служил выпускник Императорской Академии художеств А.А. Арефьев, имевший большой опыт работы в Санкт-Петербурге [6, с. 46, 48].



Рис. 2. Томское уездное училище по ул. Миллионной. Здание первой половины XIX в. после «капитального ремонта» 2000-х гг. приросло цоколем, но при этом продолжает оставаться памятником архитектуры регионального значения. Фото К.В. Фадеева, 2019 г.

Согласно плану здание первой половины XIX в. имеет форму квадратного дома, в глубине двора которого к углу с юго-восточной стороны примыкает небольшая, также квадратная в плане хозяйственная пристройка. Основной объем здания напоминает прямоугольную призму. Четырехскатная пологая крыша скрывается за невысоким аттиком, с повышением над средними частями западного и северного фасадов. Первый этаж отделан ленточным рустом с выделением замка над проемами окон. В дальнейшем окна первого этажа были растесаны вверх, что изменило характер рустики. Этажи разделены двойным междуэтажным карнизом. Уличные фасады (северный и западный) в семь осей, симметричные. Над окнами второго этажа прямоугольными сандриками выделены три центральные оси. Главный вход в здание устроен с южного фасада, на средней оси основной части здания, и выделен прямоугольным плоским козырьком. Симметрию южного фасада нарушает хозяйственная пристройка, выполненная заподлицо с основным объемом, однако с тем же декором, ритмом окон она воспринимается с улицы продолжением основного объема. Декоративное оформление северного, дворового фасада, аналогично уже описанным фасадам, но композиция усложнена пристройкой хозяйственного объема. Внутренняя планировка изменилась за счет замены перегородок, закладки старых и пробивки новых проемов во внутренних капитальных стенах. Первоначальное внутреннее убранство здания не сохранилось. В настоящее время на этом месте новое, восстановленное по старому образцу здание, в котором располагается магазин «Эльдорадо» [7].

По мере увеличения числа учащихся места для их размещения в здании уездного училища уже не хватало, и вновь встал вопрос о строительстве собственного здания, т. к. периодически гимназии приходилось арендовать различные помещения у частных лиц для размещения классов. Так, с 1849 г. канцелярия директора и старшие классы располагались на верхних этажах в доме купца 2-й гильдии И.П. Серебренникова (рис. 3), а с середины 1850-х гг. в доме надворной советницы госпожи Ф.М. Гуляевой. Помимо этих зданий классы

гимназии в разное время находились в домах купца 2-й гильдии П.М. Фомина, статского советника Н.В. Кобылина на углу Дворянской (Гагарина) улицы и Монастырского (Плеханова) переулка, купца 2-й гильдии М.И. Некрасова, чиновника губернского управления Н.А. Белогужева и А.Г. Шумиловой, а с 1886 г., в связи с продажей Ф.М. Гуляевой своего дома, в среднем этаже главного корпуса Императорского Томского университета (рис. 4) [8, л. 1, 1 об.; 1, с. IX, XIII приложения].



Рис. 3. Дом Серебрянниковых по ул. Набережная реки Ушайки. Фото К.В. Фадеева, 2019 г.



Рис. 4. Главный корпус Императорского Томского университета. Открытка начала XX в.

В этот отрезок времени в Томске появилось еще одно новое образовательное учреждение – Мариинская женская гимназия, которая являлась первым средним учебным заведением для девочек в городе. Гимназия была открыта 1 сентября 1863 г. и располагалась во флигеле дома на углу ул. Набережная реки Ушайки (Набережная реки Ушайки, 16) и Благовещенского переулка (современный пер. Батенькова, 2), который попечительский совет нанял у жены статского советника В. Соколовой (по другим, скорее всего ошибочным, сведениям в доме купчихи Ф.С. Пастуховой по ул. Набережная реки Ушайки, 8) [9, с. 186–187]. Первый набор составил 40 учениц, принятых в I–IV классы. Следует сказать, что гимназия была открыта на денежные средства, пожертвованные еще в 1836 г. коммерции советником А.Я. Поповым, который оставил свой капитал «на разные богоугодные и благотворительные цели», а его племянник и одновременно душеприказчик купец 1-й гильдии С.И. Попов решил, что лучше всего на пожертвованные деньги устроить в Томске институт для воспитания девиц. С целью накопления достаточной суммы на основание и содержание такого института им был создан в Томске Общественный Сибирский банк [10, с. 224–226].

В начале XIX в. на этом месте стоял деревянный дом А.Г. Шумиловой, жены купца 1-й гильдии М.И. Шумилова, во дворе которого располагался деревянный флигель, выстроенный там четвертым по счету томским губернатором Д.В. Илличевским в 1812–1819 гг. и в 1843 г. приобретенный Шумиловой. Позже, в 1851 г. А.Г. Шумилова через мужа своей воспитанницы Вивей, статского советника Соколова, обратилась к властям за разрешением на постройку каменного двухэтажного дома на принадлежавшем ей месте. Строительство было окончено через год или два после этого. После смерти А.Г. Шумиловой особняк унаследовала ее воспитанница и владела им до 1880 г. В краеведческой

литературе за этим зданием закрепилось название «Губернаторский дом», обаянное своим названием литографии М. Колосова – «Губернаторская квартира» (рис. 5). Есть все основания полагать, что Мариинская женская гимназия в первое время располагалась именно в том самом флигеле, когда-то купленном Шумиловой у семейства Илличевских [11].

Оштукатуренное двухэтажное каменное здание с цокольным этажом постройки 1852 (1853) г., архитектор неизвестен. Двухэтажная пристройка более позднего периода. Вход с северной стороны. У здания имеется карниз, а также промежуточные карнизы в виде архитектурных обломов, которые визуально разбивают здание на две части. Фриз оформлен декором, имеются лепные украшения в виде розеток. Имеет два фасада, выходящих на пер. Батенькова и ул. Набережная реки Ушайки. Западный фасад с балконом оформлен весьма живописно. Его центральная часть украшена шестью пилястрами, завершающимися сверху парапетной стенкой. По фасаду на южной стороне центральная часть акцентируется четырьмя пилястрами и завершается парапетной стенкой. Угловые решения здания рустованные. Окна первого этажа прямоугольные, на втором этаже окна имеют арочные завершения, над которыми располагаются лепные украшения (рис. 6).



Рис. 5. Дом В. Соколовой по ул. Набережная реки Ушайки. «Губернаторская квартира и Благовещенская церковь». Литография М. Колосова, 1871 г.



Рис. 6. Дом В. Соколовой. Современный вид здания, в котором располагается несколько ресторанов. Фото П. Андрущенко, 2007 г.

В 1990-е гг. инженерно-строительной фирмой «Вогтехпроект» был на 1,1 м углублен подвал здания, проведены дренажные работы, а стены укреплены конструкциями из монолитного бетона. Кроме того, на первом этаже здания были убраны внутренние стены, которые заменялись колоннами с тем, чтобы впоследствии разместить в реконструированных помещениях ресторанный зал. В 2013 г. ряд реставрационных работ были выполнены ООО «Недвижимость» по проектно-сметной документации ООО «ГенСтройПроект» [12, 13].

Помещений для проведения учебных занятий во флигеле дома В. Соколовой хватало до момента увеличения количества классов в гимназии с 4 до 6, когда встал вопрос о собственном здании. В 1864 г. с публичных торгов было приобретено здание купца 2-й гильдии М.Е. Шебалина на углу Духовской улицы (ныне ул. К. Маркса, 21) и Приюто-Духовского (Совпартшкольного) переулка. Предположительно дом был построен по одному из образцовых

проектов для жилья и торговли в 1848–1849 гг., архитектор неизвестен [14, с. 96, 182] (рис. 7). Здание выполнено в классическом стиле, на что указывает рустовка поверхности фасадов первого этажа, соотношение размеров оконных проемов первого и второго этажей, замковый камень, форма наличников второго этажа, карниза, симметричная композиция главного фасада с акцентированием центра аттиком. В отчете за 1869 г. описывается как каменный трехэтажный дом с мезонином и домовая церковь во имя Св. Марии Магдалины, имеющий надворные деревянные строения: каретник, конюшню, погреб, баню с прачечной и навес [15, с. 8–9]. До настоящего времени не сохранилось, т. к. в 2002 г. это кирпичное здание было снесено и на его месте возведено новое здание школы № 3, по архитектурному стилю повторяющее первоначальное. Этому предшествовало закрытие школы на капитальный ремонт в декабре 1991 г. в связи с обрушением части здания. К 1996 г. первая стадия ремонта была завершена, и далее реконструкцию памятника архитектуры XIX в. проводило ООО УМП «Томскстройзаказчик», которое к 1 сентября 2007 г. ввело здание в эксплуатацию [16].

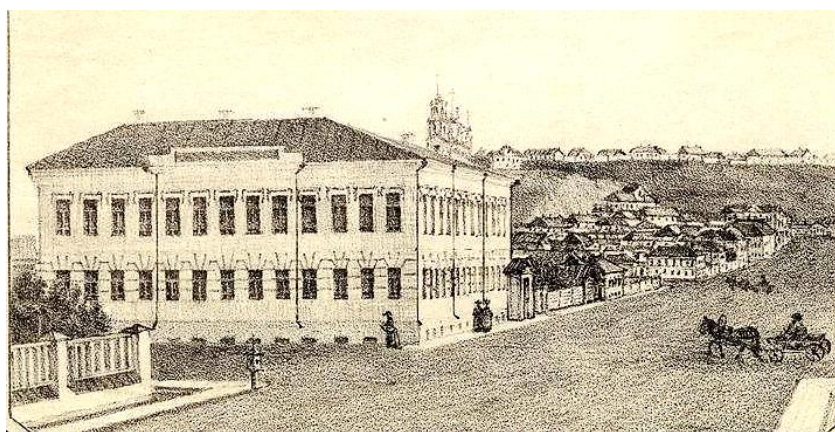


Рис. 7. Дом купца М.Е. Шебакина по ул. Духовской. Марининская женская гимназия. Из альбома «Виды Томска, рисованные с натуры художником Кошаровым». Литография 1886 г.

В последующие годы, из-за увеличения количества учащихся, гимназия была вынуждена арендовать дополнительные помещения под классы в частном деревянном доме Е.И. Ермолаевой по пер. Ямскому (Нахановича), 16, а с 1880 г. в пожертвованном городу купцом 2-й гильдии И.А. Ереневым новом деревянном здании по ул. Александровской (Герцена), 10, разместить еще и параллельные классы [17, с. 96; 18, л. 9; 19, с. 231]. После повторного открытия пансионата в 1887 г., занявшего несколько кабинетов второго этажа, гимназия арендовала и часть здания Духовного училища по Приюто-Духовскому переулку (рис. 8) напротив гимназии (туда было переведено четыре класса в количестве 131 ученицы) [16].

Начиная с 1887 г. попечительский совет гимназии подавал многочисленные прошения в городскую думу о выделении средств на пристройку дополни-

тельного корпуса к основному зданию, в ответ получая лишь предложения о переводе части классов в другие, в основном ветхие, городские здания. В 1895 г. архитектором Западно-Сибирского учебного округа инженер-технологом надворным советником Н.Е. Доброхотовым (1849 г. – после 1895 г.) были составлены проект и смета на пристройку к зданию гимназии нового корпуса. Проектом было предусмотрено пристроить каменное двухэтажное здание с подвалом, «...в коем предполагается поместить в подвальном этаже шинельную и чайную, в первом этаже – четыре класса с выходом в просторный светлый... коридор и во втором этаже – церковь и библиотеку» [18, л. 1–3, 8]. Строительная комиссия пришла к выводу, что представленный план, как составленный очень спешно, требует серьезной доработки.



Рис. 8. Трехэтажный корпус-пристройка к Мариинской женской гимназии и напротив Духовное училище. Архитектор П.Ф. Федоровский, 1897 г. Открытка начала XX в.

Было принято решение составить новый проект, который поручили сделать городскому архитектору П.Ф. Федоровскому (1864–1944). Представитель академической школы, автор нескольких муниципальных зданий и сооружений в Томске, опираясь на методы историзма и романтизма, блестяще справился с поставленной задачей. Проект предусматривал строительство однофасадного трехэтажного кирпичного здания с открытой кладкой в стилистической манере эклектики, в котором должны были разместиться девять больших комнат, две малые, два коридора и церковь на 575 человек. Также, по задумке архитектора, элементы декора на фасаде сочетаются с основным зданием: это «...рустованный первый этаж, повторяющиеся над оконными проемами характерные для эпохи классицизма сандрики». Помимо этого, «проектируя здание в три этажа, архитектор увеличивает оконные проемы, делает акцент на центральный ризалит. По-новому решая объемно-пространственную композицию, вводит в нее балкон с треугольным фронтоном, завершающийся полуциркульным центральным аттиком» [20]. Планировочное решение просто и типично для сооружений подобного функционального использования.

Строительной комиссией проект был одобрен, и городская дума постановила: «1) представленные комиссией проект и смету на пристройку к Томской Мариинской женской гимназии утвердить; 2) к пристройке... приступить в нынешнее же лето... а так как в распоряжении города более свободных сумм нет, то просить Попечительный Совет гимназии... пригласить частных лиц к пожертвованиям на постройку церкви в этом здании в пополнение недостающей по смете суммы...» [18, л. 8, 8 об., 9 об., 13 об., 14–16]. Большую часть недостающей суммы внес купец 2-й гильдии П.Б. Шумилов. Согласно постановлению Томской городской думы 16 апреля 1896 г. состоялась закладка фундамента корпуса-пристройки Мариинской женской гимназии, и уже 7 октября 1897 г. строительный комитет уведомил городскую думу, что «...здание гимназии в настоящее время постройкой закончено, внутри отделано и передано Попечительному Совету» [8, л. 185; 18, л. 18]. В собственном здании с трехэтажным корпусом-пристройкой (рис. 8) гимназия просуществовала вплоть до 1920 г., когда была преобразована в среднюю школу № 3.

Вопрос о постройке собственного здания мужской гимназии решался очень долго, а необходимость в увеличении помещений с каждым годом возрастала, но денежных средств по-прежнему не хватало. И только в 1892 г. министр народного просвещения разрешил приступить к постройке здания для гимназии [8, л. 79]. После чего Томская городская дума уже весной 1893 г. отвела место под строительство возле городского сада [21, с. 197]. Здание первой губернской мужской гимназии, спроектированное архитектором Западно-Сибирского учебного округа гражданским инженером П.П. Нарановичем (1853–1894) в эклектичной манере со свойственной для «кирпичного» стиля измельченностью кирпичной кладки и дробностью декора (рис. 9) [22, с. 161], было заложено 2 мая 1896 г., и после окончания строительства 16 ноября 1897 г. гимназия наконец-то переехала в собственное здание. Непосредственное строительство осуществил младший архитектор гражданский инженер Ф.Ф. Гут (1861 – после 1935 г.) [8, л. 185, 206, 228 об., 242]. При гимназии имелась церковь во имя святителя Николая Чудотворца, освящена в 1898 г.

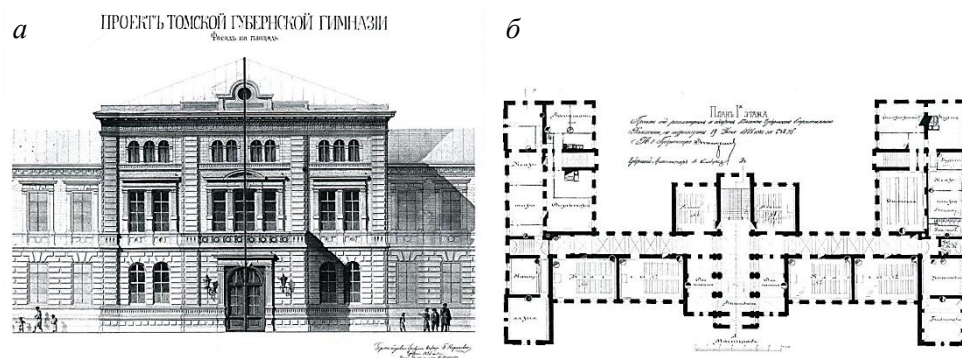


Рис. 9. Проект здания Томской губернской гимназии. Архитектор П.П. Наранович, 1886 г.:

а – фрагмент «фасада на площадь»; б – план 1-го этажа (Залесов В.Г. Архитекторы Томска (XIX – начало XX века). Томск, 2004)

Со второй половины XIX в. господствующим архитектурным направлением в Томске становится эклектика, которая характеризуется смешением различных стилей. Одним из направлений в эклектике был так называемый «кирпичный» стиль, когда кирпичная поверхность остается без штукатурки. В этом стиле больше всего было построено учебных заведений, в том числе и губернская мужская гимназия (рис. 10). Здание расположено на центральной площади города, на которой ранее находился Троицкий кафедральный собор, занимая пространство городского квартала. Главный фасад, обращенный на Ново-Соборную площадь напротив городского сада, «был симметричен и акцентирован выступающей центральной частью и боковыми ризалитами, завершающимися аттиком-люкарной. Поверхность первого этажа здания покрывала рустовка, переходящая через двойной междуэтажный пояс на плоскость второго этажа. Строгость архитектурного образа соответствовала функциональному значению здания как учебного заведения» [24, с. 26].



Рис. 10. Здание Томской мужской гимназии. Архитектор П.П. Наранович (проект 1886 г.); строитель Ф.Ф. Гут, 1897 г. Открытка начала XX в.

Как оказалось, строительство нового учебного здания, рассчитанного на 320 человек, окончательно не решило проблему с размещением классов, т. к. с каждым годом учеников в Томской мужской гимназии становилось все больше и больше и к 1910 г. их насчитывалось уже 515 человек. «Поэтому гимназии пришлось арендовать дом вдовы [купца 2-й гильдии П.В. Болотова по Спасской улице (ныне ул. Советская, 43) (рис. 11, 12)] (дополнено мной. — К.Ф.) и ходатайствовать о пристройках к гимназии необходимых ей помещений. В 1912 г. в связи с открытием двух параллельных отделений был нанят еще и дом Кухтеринных» [2, с. 109]. До своей реорганизации в 1920 г. гимназия в таком состоянии и просуществовала.

После закрытия гимназии 1 января 1920 г. здание было передано под Томское артиллерийское училище, реорганизованное в 1965 г. в Томское высшее военное командное училище связи. На рубеже 1950–1960-х гг. к северной части здания, по проекту Сибирского филиала института «Сибспецпроектреставрация», был пристроен новый объем, замкнувший каре училища. Реставрационные работы в этот период производились локально. Заменены навесы

над главным входом, поставлены новые входные двери, заложены подвальные окна под всем объемом, и проведена перепланировка под современные нужды [25]. В марте 1999 г., после закрытия училища, здание продано ООО «Газпром трансгаз Томск» – дочерней компании предприятия ПАО «Газпром». В 2001–2005 гг. на средства Газпрома произведены реставрационные работы по восстановлению исторического облика здания; сейчас здесь офисы ОАО «Газпром» и «Газпромбанк». Две мемориальные доски, одна из которых укреплена на стене углового дома по пр. Фрунзе, а другая – по ул. Советской, напоминают о судьбе памятника истории и культуры регионального значения. В 2010–2011 гг. к нему было пристроено по пр. Фрунзе, 9, еще одно трехэтажное здание, аналогичное по архитектуре старому [9, с. 254–256, 297].

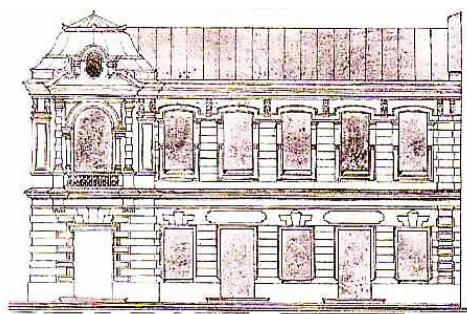


Рис. 11. Проект фасада дома П.В. Болотова по ул. Спасской. Архитектор С.М. Владиславлев, 1893 г. [23, с. 164]



Рис. 12. Современный вид здания по ул. Советской, 43. Фото А. Козлова, 2012 г.

Таким образом, как мы видим, архитектура учебных зданий того времени, как правило, ориентировалась на академические принципы, основанные на традициях классицизма первой половины XIX в. с его трехчастностью основных объемных построений и строгой осевой симметрией. Это было связано с тем, что данные архитектурно-композиционные качества соответствовали образу «храма науки» и в то же время с наибольшей адекватностью отражали академизм учебных заведений. Все эти академические принципы в проектах томских архитекторов устойчиво проявились в общих композиционных построениях фасадов, но в работе с деталями они пользовались всем спектром стилевых направлений своего времени, как, например, в архитектуре кирпичных зданий с открытой кладкой, когда активно применяются композиции и стилистические детали различных эпох и стилей (классицизма, ренессанса, эклектики). При проектировании средних учебных заведений архитекторы исходили еще и из самой направленности обучения в каждом конкретном случае, учитывали возраст учеников, состав преподаваемых дисциплин, санитарно-гигиенические нормы. Деятельность ряда архитекторов, среди которых особо выделяются П.П. Наранович, П.Ф. Федоровский, Ф.Ф. Гут, характеризуется высоким профессионализмом, творческой индивидуальностью и большой долей самостоятельности при решении стоящих перед ними задач. В результате их деятельности сложилось архитектурное наследие второй половины XIX – начала XX в. в сфере материальной культуры исторического центра

города, являющееся важным культурологическим и воспитательным фактором, а соответственно, требующее изучения, целесообразного использования и сохранения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Томская губернская гимназия* в первое пятидесятилетие ее существования (1838–1888) / сост. законоучитель гимназии, протоиерей А.А. Мисюрев. Томск : Губернская типография, 1894. 55. XXIV с.
2. *Сизова Е.В.* Из истории мужских гимназий Западной Сибири в XIX в.: обеспеченность помещениями // Вестник Томского государственного университета. 2007. № 304. С. 106–110.
3. *75-летие первой Томской мужской губернской гимназии* (10 декабря 1838 – 10 декабря 1913 г.) // Сибирская жизнь (Томск). 1913. 10 декабря. С. 4.
4. *Столетие Томского уездного училища*: (историческая записка) / сост. учитель уездного училища А.И. Мисюрев. Томск : Типо-литография Михайлова и Макушина, 1889. 156 с.
5. *Мисюрев А.* Краткие сведения по истории дирекции училищ Томской губернии. Томск : Типография Дома трудолюбия, 1913. 86 с.
6. *Залесов В.Г.* Архитекторы Томска (XIX – начало XX века). Томск : Изд-во Томск. гос. архит.-строит. ун-та, 2004. 170 с.
7. *Училище уездное* // ОГАУК «Центр по охране памятников». URL : <http://memorials.tomsk.ru/memorials/uchilische-uezdnoe-164.html> (дата обращения: 31.03.2019).
8. *Государственный архив Томской области* (ГАТО). Ф. 126. Оп. 1. Д. 41.
9. *История названий томских улиц* / отв. ред. Г.Н. Старикова. 3-е изд., доп. Томск : Изд-во Д-Принт, 2012. 368 с.
10. *Кузнецов Д.* Об открытии в г. Томске Мариинской женской гимназии // Томские губернские ведомости. 1863. 13 сентября. С. 224–233.
11. *Ширко К.Н., Ширко Т.И.* Дом губернатора // Краеведческий портал «Земля Томская». URL : <http://kraeved.lib.tomsk.ru/page/73/> (дата обращения: 31.03.2019).
12. *Бывший губернаторский дом* // ОГАУК «Центр по охране памятников». URL : <http://memorials.tomsk.ru/memorials/byvshiy-gubernatorskiy-dom-176.html> (дата обращения: 31.03.2019).
13. *В Томске начали восстанавливать «Губернаторский дом»* // Томский Обзор. URL : <https://obzor.westsib.ru/news/391506> (дата обращения: 31.03.2019).
14. *Евтропов К.Н.* История Троицкого кафедрального собора в Томске (Постройка его с характеристикой времени и деятелей): лепта к трехсотлетию города Томска. Томск : Типография епархиального братства, 1904. XXIII. 423 с.
15. *Отчет о состоянии Томской женской Мариинской гимназии* за 1869 год // Томские губернские ведомости. 1870. 7 февраля. С. 6–11.
16. *От Мариинской женской гимназии до Мариинской средней общеобразовательной школы.* 150-летию юбилею посвящается / сост. Н.И. Пекарских, В.Я. Атяшкин, М.Ю. Морева. Томск, 2013. URL : <http://shikardos.ru/text/ot-mariinskoj-jenskoj-gimnazii-do-mariinskoj-srednej-obsheobra/> (дата обращения: 31.03.2019).
17. *Дмитриенко Н.М.* Томские купцы: биографический словарь (вторая половина XVIII – начало XX в.). Томск : Изд-во Том. ун-та, 2014. 336 с.
18. *ГАТО*. Ф. 233. Оп. 2. Д. 1927.
19. *Жеравина А.Н.* Томск второй половины XIX – начала XX в. (по материалам дореволюционной печати) / под ред. В.П. Зиновьева. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2010. 402 с.
20. *Герасимов А.П.* Архитектор П.Ф. Федоровский: (к 140-летию со дня рождения) // Старый Томск : отчет клуба краеведов за 2004 г. URL : <http://www.elib.tomsk.ru/purl/1-3734/> (дата обращения: 31.03.2019).
21. *Жеравина А.Н.* Из истории гимназического образования в Томске // Вестник Томского государственного университета. 2003. № 276. С. 195–204.
22. *Блинов А.В.* Участие В.М. Флоринского в организации строительства здания мужской гимназии в г. Томске // Хозяйственное и культурное развитие Урала и Сибири

- в XIX–XXI вв. / ред. К.В. Фадеев. Вып. 5: (к 60-летию кафедры истории России и политологии). Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. С. 159–162.
23. *Бойко В.П., Ситникова Е.В.* Сибирское купечество и архитектурный облик города Томска в XIX – начале XX в. Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008. 180 с.
 24. *Богданова О.В.* Деятельность гражданского инженера П.П. Нарановича в Томске // Вестник Томского государственного университета. История. 2014. № 3 (29). С. 23–28.
 25. *Гимназия губернская мужская (классическая)* // ОГАУК «Центр по охране памятников». URL : [http://memorials.tomsk.ru/memorials/gimnaziya-gubernskaya-muzhskaya-\(klassicheskaya\)-17.html](http://memorials.tomsk.ru/memorials/gimnaziya-gubernskaya-muzhskaya-(klassicheskaya)-17.html) (дата обращения: 31.03.2019).

REFERENCES

1. *Misyurev A.A.* Tomskaya gubernskaya gimnaziya v pervoe pyatidesyatiletie ee sushchestvovaniya (1838–1888) [Tomsk provincial gymnasium in the first fifty years of its existence (1838–1888)]. Tomsk: Gubernskaya tipografiya, 1894. 55. XXIV p. (rus)
2. *Sizova E.V.* Iz istorii muzhskikh gimnazii Zapadnoi Sibiri v XIX v.: obespechennost' pomeshcheniyami [From the history of men's gymnasiums in Western Siberia in the 19th century: provision with premises]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2007. No. 304. Pp. 106–110. (rus)
3. *75-letie pervoi Tomskoi muzhskoi gubernskoi gimnazii (10 dekabrya 1838 – 10 dekabrya 1913 g.)* [The 75th anniversary of the first Tomsk male provincial gymnasium (December 10, 1838 – December 10, 1913)]. *Sibirskaya zhizn'*. 1913. P. 4 (rus)
4. *Misyurev A.I.* Stoletie Tomskogo uezdnogo uchilishcha: (istoricheskaya zapiska) [The centenary of the Tomsk district school (historical note)]. Tomsk: Tipo-litografiya Mikhailova i Makushina, 1889. 156 p. (rus)
5. *Misyurev A.* Kratkie svedeniya po istorii direksii uchilishch Tomskoi gubernii [Brief information on the history of the directorate of the schools of the Tomsk province]. Tomsk: Tipografiya Doma trudolyubiy, 1913. 86 p. (rus)
6. *Zalesov V.G.* Arkhitektory Tomsk (XIX – nachalo XX veka) [Tomsk architects (19–20th centuries)]. Tomsk: TSUAB, 2004. 170 p. (rus)
7. *Uchilishche uezdnoe* [School district]. Tsentr po okhrane pamyatnikov [Monument protection center]. Available: <http://memorials.tomsk.ru/memorials/uchilische-uezdnoe-164.html> (accessed March 31, 2019). (rus)
8. *Gosudarstvennyi arkhiv Tomskoi oblasti* [State Archive of Tomsk Region]. Form 126. List 1. Proc. 41. (rus)
9. *Starikova G.N. (Ed.)* Istoriya nazvanii tomskikh ulits [The history of Tomsk street names]. 3rd ed., Tomsk: D-Print, 2012. 368 p. (rus)
10. *Kuznetsov D.* Ob otkrytii v g. Tomske Mariinskoi zhenskoi gimnazii [Opening of Mariinsky women's gymnasium in Tomsk]. *Tomskie gubernskie vedomosti*. 1863. Pp. 224–233. (rus)
11. *Shirko K.N., Shirko T.I.* Dom gubernatora [Governor's house]. Available: <http://kraeved.lib.tomsk.ru/page/73/> (accessed March 31, 2019).
12. *Byvshii gubernatorskii dom* [Former Governor's house]. Tsentr po okhrane pamyatnikov [Monument protection center]. Available: <http://memorials.tomsk.ru/memorials/byvshiy-gubernatorskiy-dom-176.html> (accessed March 31, 2019). (rus)
13. *V Tomske nachali vosstanavlivat' Gubernatorskii dom* [Governor's House restoration in Tomsk]. Available: <https://obzor.westsib.ru/news/391506> (accessed March 31, 2019). (rus)
14. *Evtropov K.N.* Istoriya Troitskogo kafedral'nogo sobora v Tomske. (Postroika ego s kharakteristikoi vremeni i deyatelei): lepta k trekhstoletiyu goroda Tomsk (Building it with a characteristic of time and figures): a contribution to the 300th anniversary of Tomsk]. Tomsk: Tipografiya eparkhial'nogo bratstv., 1904. V. XXIII. 423 p. (rus)
15. *Otchet o sostoyanii Tomskoi zhenskoi Mariinskoi gimnazii za 1869 god* [Report on the status of the Tomsk Women's Mariinsky Gymnasium for 1869]. *Tomskie gubernskie vedomosti*. 1870. Pp. 6–11. (rus)
16. *Pekarskikh N.I., Atyashkin V.Ya., Moreva M.Yu.* Ot Mariinskoi zhenskoi gimnazii do Mariinskoi srednei obshcheobrazovatel'noi shkoly. 150 letnemu yubileyu posvyashchaetsya [From the Mariinsky Women's Gymnasium to the Mariinsky Secondary School. 150-years anniversary]. Avail-

- able: <http://shikardos.ru/text/ot-mariinskoj-jenskoj-gimnazii-do-mariinskoj-srednej-obsheobra/> (accessed March 31, 2019). (rus)
17. *Dmitrienko N.M.* Tomskie kuptsy: biograficheskii slovar' (vtoraya polovina XVIII – nachalo XX v.) [Tomsk merchants: biographical dictionary (18–20th centuries)]. Tomsk: TSU, 2014. 336 p. (rus)
 18. *State Archive of Tomsk Region* [Gosudarstvennyi arkhiv Tomskoi oblasti]. Form 233. List 2. Proc. 1927. (rus)
 19. *Zheravina A.N.* Tomsk vtoroy poloviny XIX – nachala XX v. (po materialam dorevol'yutsionnoy pechati) [Tomsk in late in the 19 – early 20th centuries (materials of the pre-revolutionary printing press)]. V.P. Zinoviev, Ed. Tomsk: TSU, 2010. 402 p. (rus)
 20. *Gerasimov A.P.* Arkhitekt P.F. Fedorovskiy: (k 140-letiyu so dnya rozhdeniya) [140-year anniversary of architect P.F. Fedorovsky]. Available: www.elib.tomsk.ru/purl/1-3734/ (accessed March 31, 2019). (rus)
 21. *Zheravina A.N.* Iz istorii gimnazicheskogo obrazovaniya v Tomske [From the history of higher education in Tomsk]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2003. No. 276. Pp. 195–204. (rus)
 22. *Blinov A.V.* Uchastie V.M. Florinskogo v organizatsii stroitel'stva zdaniya muzhskoi gimnazii v g. Tomske [Participation of V.M. Florinsky in construction of male gymnasium in Tomsk]. In: *Khozyaistvennoe i kul'turnoe razvitie Urala i Sibiri v XIX–XXI vv.* [Economic and cultural development of the Urals and Siberia in the 19th–21st centuries], K.V. Fadeev, Ed. Tomsk: TSU, 2014. Pp. 159–162. (rus)
 23. *Boyko V.P., Sitnikova Ye.V.* Sibirskoye kupechestvo i arkhitekturnyy oblik goroda Tomsk v XIX – nachale XX v. [Siberian merchants and the architectural appearance of the city of Tomsk in the 19th and early 20th centuries]. Tomsk: TSUAB, 2008. 180 p. (rus)
 24. *Bogdanova O.V.* Deyatel'nost' grazhdanskogo inzhenera P.P. Naranovicha v Tomske [The activities of a civil engineer P.P. Naranovich in Tomsk]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2014. No. 3 (29). Pp. 23–28. (rus)
 25. *Gimnaziya gubernskaya muzhskaya (klassicheskaya)* [Gymnasium provincial men (classical)]. Tsentr po okhrane pamyatnikov [Monument protection center]. Available: [http://memorials.tomsk.ru/memorials/gimnaziya-gubernskaya-muzhskaya-\(klassicheskaya\)-17.html](http://memorials.tomsk.ru/memorials/gimnaziya-gubernskaya-muzhskaya-(klassicheskaya)-17.html) (accessed March 31, 2019). (rus)

Сведения об авторе

Фадеев Константин Викторович, канд. ист. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, fadeevk@rambler.ru

Author Details

Konstantin V. Fadeev, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, fadeevk@rambler.ru

УДК 711.5:72

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-22-34

*Ю.И. ТАРАСОВА, А.В. КИНШТ,
Новосибирский государственный университет архитектуры,
дизайна и искусств*

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ КЛАСТЕР В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ РОССИИ

Современный этап мирового технологического развития характеризуется высокими темпами качественного и количественного роста всех отраслей производственной деятельности. Это становится возможным с внедрением инноваций не только непосредственно в производство, но и во все сферы жизни и деятельности, в том числе поиска и решения новых подходов пространственной организации и планирования развития территории. В связи с этим появляются особые территориальные образования – кластеры, организационная структура которых позволяет реализовать требуемые условия и темпы развития. Они характеризуются не просто необходимым набором составляющих элементов для развития отрасли – производства, науки, образования и инфраструктуры, а тесными их взаимосвязями, следовательно, и инновационностью каждой из них. Только так можно обеспечить функционирование территориального образования и реализацию современного развития необходимых отраслей. Своеобразие каждого элемента кластера и их взаимодействие определяются требованиями специфики отрасли, для развития которой создается кластер. Тем не менее их расположение в планировочной структуре города зависит от имеющегося городского зонирования, существующих объектов и перспективных территорий. В общем виде, в зависимости от специфики пространственной организации элементов кластера, можно выделить монолитные и дисперсные. Они могут быть расположены как внутри сформированной планировочной структуры города, так и в периферийной ее части. Выявленные планировочные типы кластера раскрывают его не только функциональную, но и территориальную структуру, ее особенности. Именно этот аспект позволяет всесторонне и полно охарактеризовать новое территориальное образование в сфере градостроительства.

Цель работы – раскрыть специфику нового территориального образования – кластера – и обозначить его планировочные типы, оказывающие влияние на градостроительное планирование в России.

Был проведен анализ литературы, содержащей информацию о кластере: научные статьи, исследования, аналитические данные и отчеты, нормативные источники, в том числе по проектированию, своды правил.

В результате определено четыре планировочных типа территориального кластера, охватывающих все возможные варианты в территориальном планировании, независимо от их специализации и размеров.

Ключевые слова: пространственная организация среды; территориальное планирование; градостроительное планирование; территориальное образование; кластер; территориальный кластер; город; планировочная структура города; промышленная инфраструктура; производство; наука; образование; инфраструктура; инновация.

Для цитирования: Тарасова Ю.И., Киншт А.В. Территориальный кластер в градостроительном планировании России // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 22–34.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-22-34

Y.I. TARASOVA, A.V. KINSHT,
Novosibirsk State University of Architecture, Design and Fine Arts

TERRITORIAL CLUSTER IN URBAN PLANNING OF RUSSIA

The modern stage of world technological development is characterized by high rates of qualitative and quantitative growth in all branches of production activity. This becomes possible with the introduction of innovations not only directly in the production, but also in all spheres of life, including a search for and solution of new approaches to spatial organization and planning of the territory development. There are special territorial clusters, the organizational structure of which allows to implement the required conditions and rates of development. They are characterized not only by a set of elements for the industrial development, such as the production, science, education and infrastructure, but also close relationships and innovation. This is the only way to ensure the functioning of territorial education and modern industrial development. The uniqueness of each cluster element is determined by the industrial requirements. Nevertheless, their location in the city depends on the urban zoning, facilities and prospective areas. Depending on the spatial organization of the cluster elements, they can be monolithic and dispersed and locate both inside the city and at periphery. In any case, these four types of clusters and their development determine the urban planning. The cluster types reveal not only functional, but also territorial structure. It is this aspect that makes it possible to comprehensively and fully characterize the new territorial formation in the field of urban planning. **Purpose:** The aim of the paper is to show the specificity of the new territorial formation and identify its planning types that have an impact on urban planning in Russia. **Methodology:** Analysis of the literature containing information about the cluster (scientific papers, research results, analytical data and reports, regulatory sources, including design guidance). **Research findings:** Four planning types of the territorial cluster are identified. The planning types of clusters covering all possible options in territorial planning are defined, regardless of their specialization and size.

Keywords: spatial organization; planning; urban planning; territory formation; cluster; territorial cluster; city; city planning; industrial infrastructure; production; science; education; innovation.

For citation: Tarasova Y.I., Kinsht A.V. Territorial"nyi klaster v gradostroitel'nom planirovanii Rossii [Territorial cluster in urban planning of Russia]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. No. 4. Pp. 22–34.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-22-34

Введение

Высокие темпы и уровень мирового технологического прогресса обусловлены внедрением инноваций не только в производство, но и во все сферы жизнедеятельности. Их включение предполагает применение новых подходов в пространственной организации и планировании территорий. В связи с этим появляются особые территориальные образования – кластеры, которые обладают не только специфичными функциональными, но и пространственными и планировочными характеристиками. Последнее позволяет в полной мере определять кластер как единицу территориально-пространственной организации среды. Поэтому выявление территориальной структуры кластера очень важно в градостроительстве. В планировочной структуре новых территори-

альных образований четко выражено четыре неотъемлемых и взаимосвязанных элемента – производство, наука, образование и инфраструктура (помимо производственной инфраструктуры). Эти элементы существовали и ранее, но их новое взаимодействие образует кластер¹. При этом применение инновационных подходов отражается в формировании каждого из элементов. Они создаются (или преобразуются уже имеющиеся) под структуру нового территориального образования. Именно она определяет и требует тесного взаимодействия элементов между собой и обеспечивает функционирование кластера как территориального образования нового типа, способного обеспечивать технологический прогресс и повышение качества жизни. Эта специфика является отличительной чертой кластера.

Достижение инновационности как главного условия возникновения и дальнейшего развития кластера невозможно без высокой концентрации необходимого интеллектуального потенциала, что образуется в крупных городах с их высокой плотностью населения. Поэтому, во-первых, точками возникновения и роста кластеров могут быть города с уже сформировавшейся планировочной структурой и сложившейся в ней промышленной инфраструктурой. Во-вторых, кластеры могут появляться и на свободных территориях, что благоприятно для формирования структуры с «чистого листа». Но связь с городом остается обязательной. Такое возникновение новых территориальных образований является потенциалом и роста городов, и превращения их в агломерации.

Термин «кластер» используется в различных областях и в первую очередь в экономике. Исследования кластеров в этой сфере стали основой для выявления термина и специфики кластера как особого территориального образования для нужд градостроительства. Предпосылками кластерного явления в экономике занимались ведущие западные исследователи: Р. Бро², К. Кетелс³, В. Руйгрок и Р. Ван Тульдер⁴, М. Портер⁵, последний из которых заложил классическое определение кластера в сфере экономики [2]. Исследование, проведенное М. Портером и другими в 2006 г., внедрило понятие «кластер» в экономику России [3]. Современные исследования в этой области проводятся отечественными специалистами: В.А. Агафоновым⁶, И.М. Бортником и др.⁷,

¹ Кластер (территориальный кластер) – это ограниченная совокупность территорий, включающая производственный, научно-исследовательский, учебно-образовательный элементы и инфраструктуру, функции которых сконцентрированы, технологически взаимосвязаны и объединены общим направлением инновационного развития отрасли экономики [1].

² Breault R. The Evolution of Structured Clusters // Photonics Tech Briefs. May, 2000.

³ Ketels Ch. European Clusters. Structural Change in Europe. 3: Innovative City and Business Regions. Hagbarth Publications, 2004.

⁴ Ruigrok W., van Tulder R. The Logic of International Restructuring. London. New York: Routledge, 1995.

⁵ Porter M.E. Clusters and Competition // On Competition. Cambridge: Harvard Business School Press, 1998.

⁶ Агафонов В.А. Региональные инновационные кластеры // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2015. № 3 (43).

⁷ Бортник И.М., Земцов С.П., Иванова О.В., Куценко Е.С., Павлов П.Н., Сорокина А.В. Становление инновационных кластеров в России: итоги первых лет поддержки // Экономический портал. URL: <http://institutiones.com/innovations/2681-stanovlenie-innovacionnyx-klasterov-rossii.html> (дата обращения: 27.07.2017 г.).

О.В. Ибраевой⁸, Е.А. Монастырным⁹, М.Ю. Шершевой¹⁰ и многими другими. Анализ этих работ в экономике позволил определить структуру кластера в сфере территориального планирования и раскрыть содержание ее элементов.

Объектом исследования является территориальный кластер, предметом исследования – специфика территориального кластера и его планировочные типы в градостроительном планировании.

Современный уровень технологического развития, связанный с внедрением инноваций, оказывает влияние не только на интенсивный рост производства, но и на градостроительное планирование. Этот процесс требует новых форм пространственной организации территорий. Поэтому кластер является тем своеобразным территориальным образованием, специфика которого позволяет реализовать темпы и качество развития. Такая специфика мало изучена в сфере территориального планирования и градостроительства, тогда как кластер оказывает и не может не оказывать непосредственного влияния на градостроительное планирование в новых условиях развития. Оптимизация процессов проектирования и создания территориальных кластеров, а также реконструкции существующей промышленной инфраструктуры требует выявления планировочных типов кластеров.

Цель исследования: раскрыть специфику нового территориального образования – кластера – и обозначить его планировочные типы, оказывающие влияние на градостроительное планирование в России.

В соответствии с поставленной проблемой исследования и обозначенной целью сформулированы следующие задачи:

1. Определить специфику территориального кластера.
2. Выявить планировочные типы территориальных кластеров.

Специфика территориального кластера

Инновационный путь развития России требует модернизации существующей промышленной инфраструктуры. Раньше она была представлена территориально-производственными комплексами (ТПК), промышленными районами и узлами с системами предприятий и обслуживания, которые являлись характерными полюсами роста [4].

Эта система позволяла комплексно осваивать природные ресурсы, создавать технологические цепочки производств вместе с объектами инфраструктуры и достигать экономического эффекта благодаря концентрации и агломерации. На это указывает в своих работах выдающийся российский экономист и академик А.Г. Гранберг [5]. Все перечисленные формы составляли и продолжают составлять производственную базу страны, но сегодня они не удовлетворяют инновационным требованиям [6].

⁸ Ибраева О.В. Региональные инновационные кластеры как инструмент активизации и повышения эффективности инновационной деятельности // Вестник академии. Вопросы предпринимательства и экономики. 2013. № 1. С. 44–46.

⁹ Монастырный Е.А. Инновационный кластер // Инновации. 2006. № 2 (89). С. 38–43.

¹⁰ Шершева М.Ю. Проблемы создания инновационных кластеров в регионах России // Практика кластеризации бизнеса. 2009. С. 213–230.

Реализация инновационности каждого элемента кластера и их взаимосвязь, как правило, возможны в поселениях городского типа с большой численностью и высокой плотностью населения – это крупный город или территории, связанные с крупными городами. Здесь, в ярко выраженной урбанизированной среде, создаются те необходимые концентрация и разнообразие, обеспечивающие генерирование и реализацию новых идей, что является основой проявления агломерационного эффекта [5]. Таким образом, эта концентрация как свойство высоко урбанизированных городских поселений становится важным условием функционирования специфичного территориального образования. Именно такие городские образования, достигшие необходимого уровня развития к настоящему времени, являются благоприятными площадками для возникновения, формирования и развития кластеров на территории России.

Рассмотрим подробнее специфику территориального кластера с точки зрения функционального значения и его особенностей в структуре градостроительного планирования. Как уже указывалось ранее, в отличие от понимания кластера в сфере экономики, где территориальная структура не рассматривается, в структуре кластера можно выделить четыре основных неотъемлемых и тесно взаимосвязанных друг с другом элемента: производство, наука, образование, инфраструктура [1].

Производство. Название территориального кластера, как правило, дается по специализации его производства. Под ним понимаются промышленная, агропромышленная, сельскохозяйственная базы. Области их сосредоточения на территории государства и в планировочной структуре городов определены природно-ресурсным потенциалом территории, соответственно, историей его освоения и формирования производственной инфраструктуры. Современный этап промышленного развития диктует ее качественное преобразование и усовершенствование как в пределах одного предприятия, так и в структуре города. Наравне с использованием сформировавшейся промышленной инфраструктуры появляются новые объекты промышленности – индустриальные и технологические парки [7, 8].

Например, на уровне территориального планирования России в Сибирском регионе выделяют информационные технологии, т. е. кластеры с одноименной спецификой формируются в Новосибирской, Томской областях, Красноярском крае, биофармацевтические технологии – в Новосибирской области и Алтайском крае, переработка угля и техногенных отходов – в Кемеровской области. Перспективные кластеры России, как новые, так и формирующиеся на основе существующей производственной базы, приведены на рис. 1 [9].

Именно производство, как основной элемент кластера, определяет не только специализацию, но и в большинстве случаев положение кластера в планировочной структуре города. Кроме того, промышленность, ее развитие во многом определяют и специфику других элементов кластера, освоение и развитие новых земельных участков.

Наука. Современное промышленное развитие невозможно без широких научных исследований. Оно требует более активной разработки и внедрения достижений науки. В свою очередь, необходимо и ускорение перехода от научных разработок к непосредственному производству. Поэтому наука как

обязательный элемент структуры кластера подразумевает площадки и объекты с научно-исследовательскими организациями, тесно взаимодействующими с объектами производственной сферы. В настоящее время это специализированные научно-исследовательские институты, центры и технологические парки (технопарки), появившиеся в связи с инновационными тенденциями [7, 8]. Многие из них требуют новых типов зданий и сооружений, тесная связь науки и производства позволяет создавать и обновлять научную и научно-производственную базы, т. е. наука требует территориальной и функциональной близости или даже просто слияния с производством. В таком случае появляется возможность перехода от опытно-конструкторских работ и опытных образцов к массовым промышленным. Это не только значительно сокращает сроки реализации научных исследований, но и повышает надежность серийных образцов.

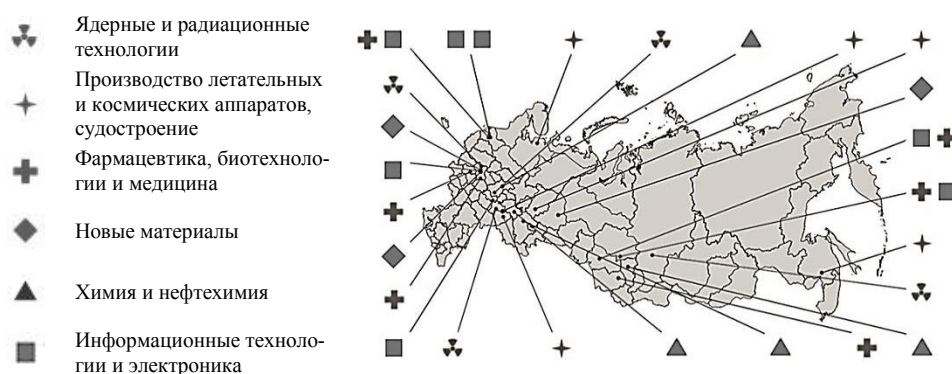


Рис. 1. Расположение кластеров на территории России

Связь науки и производства может быть обеспечена включением научно-исследовательских организаций в процессы производственной деятельности на уровне организации пространственной среды, например формированием экспериментальных площадок в планировочной структуре предприятий при создании новых объектов промышленности и реконструкцией – при работе с существующими предприятиями.

Тесная взаимосвязь элементов кластера обеспечивается интеграцией – слиянием в едином пространстве необходимых функционально-технологических зон. Этот подход применим ко всем уровням территориально-пространственной организации кластера – от масштабных территорий до локальных площадок и от сооружений и предприятий до отдельных помещений. На уровне планировочных задач это реализуется свободной планировкой с четким ее функциональным зонированием.

Образование. Развитие науки и производства идет высокими темпами, что требует постоянной подпитки свежими кадрами. Необходима как подготовка новых специалистов, так и специфичная переподготовка, учитывающая особенности специализации науки и производства данного кластера. Образование как элемент кластера решает эти задачи, но обладает своей спецификой

организации. Для наибольшей эффективности процесса обучения требуется не просто территориальная близость, а функциональная.

Результатов невозможно достичь без глубокой связи образования с наукой и производством. С первых этапов обучения ученики живут в научно-производственной среде. Учебные лаборатории полностью отражают необходимые научные и производственные площадки. Решаемые учебные задачи связаны с наукой и производством. Требуемая научно-производственная база формируется за счет теснейшей связи научно-педагогического и научного персонала – многие научные работники одновременно являются преподавателями. Это позволяет помимо широкого классического или традиционного образования осваивать самые современные достижения, знания соответствующей области, направленные на развитие промышленной сферы. В таком случае «впитываются» особенности процессов и науки, и производства.

Следовательно, образование как элемент кластера включает учреждения, обеспечивающие подготовку кадров для работы в научно-исследовательских организациях и на производстве. К ним относятся высшие учебные заведения, техникумы, колледжи, специализированные школы, частные образовательные учреждения и т. п.

Таким образом, в планировочной структуре элемента «образование» важно предусматривать пространства для реализации взаимодействия с другими элементами – участниками единого научно-исследовательского, научно-производственного и производственного процессов. И в этом взаимодействии ключевым становится не только территориальная близость, но и интеграция функциональных зон.

Инфраструктура. Работа трех элементов кластера обеспечивается соответствующей инфраструктурой. Под инфраструктурой подразумевается система обеспечения проживания, досуга, отдыха и развлечений жителей территориального образования, участвующих в его функционировании. Производственная инфраструктура в данном разделе не рассматривается, т. к. она является неотъемлемой частью производства.

Стандартный состав рассматриваемой инфраструктуры включает жилую застройку и социальную инфраструктуру – детские сады, поликлиники, торговые комплексы с услугами, общественно-культурные центры, рекреационные зоны и др. И здесь есть своя специфика, связанная с новыми условиями развития страны. Например, организация специального жилья, в том числе и с планировочной точки зрения, находящегося близко к месту приложения трудовой деятельности. При этом акцентируется внимание не только на территориальную близость, но и на интеграцию функциональных зон в единое пространство, рождается новая форма пространственной организации среды, например жилого дома, многофункционального или интегрируемого в предприятие. Таким образом, реализуется тесная связь инфраструктуры и производства. По такому же принципу может работать связь «инфраструктура – наука». Взаимосвязь между инфраструктурой и образованием может быть реализована клубами и кружками детского творчества. Примерами последнего могут служить Клуб юных техников (КЮТ) в Новосибирском Академгородке или Малая сельскохозяйственная академия в Краснооб-

ске – Центре сибирской сельскохозяйственной науки под Новосибирском. Они не просто развивают детей, но и активно готовят их к профессиональному образованию.

Связующим звеном в цепочке взаимодействий четырех элементов территориального кластера является инновационность. Она не просто реализуется внутри каждого элемента, но и направлена на их взаимосвязь. Все перечисленные элементы существовали и ранее, развивались и использовали достижения в своей отрасли. Но взаимодействие с учетом современных требований технологического прогресса дает новый эффект – инновационный. Он достигается территориальной близостью функциональных зон и максимальной их функциональной интеграцией на всех уровнях пространственной организации кластера – от уровня самих элементов до отдельных объектов и подобъектов внутри каждого из них (от территориальных образований до сооружений, зданий и функциональных зон пространства, помещений).

Своеобразие кластера – специфичного территориального образования – заключается в создании пространственных условий для концентрации интеллектуального потенциала и его развития, обеспечении прочной взаимосвязи всех элементов, интеграции функциональных и технологических процессов и реализации инновационности. Особенность и ценность кластера в отличие от ТПК и пр. заключается в невозможности разделения элементов.

Оптимизация размещения и взаимосвязей элементов кластера преследует цель не только концентрировать функции для развития производства, но и улучшить в целом среду обитания, независимо от размера и специализации кластера. Общие принципы градостроительного зонирования, записанные в Градостроительном кодексе и направленные на сохранение и улучшение комфортности среды, усиление ее экологичности, сохраняются [10]. Все это обеспечивается именно инновационностью развития всех элементов кластера, оптимизацией и формированием новых подходов с точки зрения экологизации окружающей среды. Такой подход отвечает и принципам формирования ноосферы, определенным В.И. Вернадским [11].

Планировочные типы территориальных кластеров

Несмотря на специфику кластеров, зависящую от их специализации и масштабов деятельности, наличие четырех основных элементов кластера и их тесная взаимосвязь – свойство всех кластеров независимо от их территориального размера. Но планировочные типы самих кластеров могут существенно различаться. Рассмотрим, от чего это может зависеть.

Первым и близким к предполагаемому, на первый взгляд, варианту можно назвать кластер, образованный на свободной (ранее не использованной) территории, в котором обеспечиваются теснейшие не только функциональные, но и территориальные взаимосвязи всех необходимых элементов. Такой тип территориального кластера можно назвать «монолитным». Пока об идеальном монолитном типе кластера на свободной территории можно говорить как перспективном, возможном в процессе развития кластерного подхода (комплексного инновационного) в освоении территорий России. С определенными допущениями его примером может служить Камский инновационный территориально-

производственный кластер (ИННОКАМ) с ключевой специализацией – автомобилестроение и производство автокомпонентов. Территория кластера включает несколько районов, расположенных в непосредственной близости друг от друга, формируя таким образом единый территориальный объект, выходящий за пределы планировочной структуры города (на свободную территорию) [12].

Монолитный тип кластера может объединять и ткани планировочной структуры города. Как правило, это периферийная зона города или зона, являющаяся частью агломерации. Характерным примером такого типа – монолитного внутри города – является инновационный территориальный кластер (ИТК) Зеленоград (специализация – микроэлектроника и приборостроение, ряд сопутствующих – информационно-коммуникационные технологии, космическая, медицинская промышленности, фармацевтика) [Там же]. Этот кластер формировался целенаправленно, он был создан на выбранной территории комплексно. Зеленоград расположен в 37 км к северо-западу от центра Москвы, является ее административным округом [13]. Входя в состав города, территория кластера считается частью планировочной структуры Москвы. Еще одним примером территориального образования подобного типа считается инновационный кластер Черноголовка – наукоград, расположенный в 59 км от Кремля [14], являющийся административным округом Москвы и входящий в ее планировочную структуру.

Оба варианта монолитного кластера дают возможность создать кластер с близко расположенными элементами. Возможность реализации функциональной и территориальной близости позволяет легче оптимизировать планировочную структуру кластера.

Формирование кластера на имеющейся планировочной структуре города идет иначе, чем на свободной территории. Поэтому следует учитывать некоторые факторы и их сочетания, связанные с ней. Существенное влияние на расположение и структуру кластера оказывает:

- имеющееся зонирование города;
- положение уже существующих объектов производства, науки, образования, инфраструктуры;
- перспективные территории для освоения.

В таком случае значительная часть элементов кластеров формируется на имеющейся планировочной структуре города, используя свободные площади или приспособляя имеющиеся (реконструируя) объекты под необходимые элементы. Вариантов для поиска оптимизации структуры кластера существенно меньше.

Идеальный – монолитный – вариант при корректировке расположения отдельных зон и объектов превращается в «дисперсный» тип кластера. Для него характерно вынужденное распределение элементов кластера, определяемых имеющимся местоположением в городе, но имеющих функциональные связи между собой. Недостаточная территориальная близость элементов или их групп может быть, как правило, частично компенсирована оптимизацией и усовершенствованием функционально-технологических коммуникаций и инфраструктуры в целом, применением новых технологий, что позволит территориальному образованию функционировать как кластер. В качестве примера дисперсного

кластера внутри планировочной структуры города приведем Санкт-Петербургский ИТК по развитию информационных технологий, средств связи и инфо-телекоммуникаций и Пермский ИТК волоконно-оптических технологий «Фотоника». Территории кластеров представляют собой совокупность территорий элементов и объектов, расположенных отдельно и на расстоянии друг от друга, но находящихся в пределах планировочной структуры каждого из приведенных городов [12].

Размещение дисперсного кластера на свободной территории может определяться спецификой отрасли, формирующей кластер. Например, промышленный кластер, в котором часть производства (испытаний) требует особых условий (природно-климатических, экологических и пр.). Отметим Калужский ИТК, специализация которого сфокусирована на фармацевтике, а также биотехнологиях, биомедицине, и в том числе химическом производстве, ядерных и радиационных технологиях [Там же]. Часть элементов кластера расположена в городе, другая – занимает площади на удалении от него (свободной территории) – Ворсино и Обнинск. ИТК Республики Мордовия по энергоэффективной светотехнике и интеллектуальным системам управления освещением (ключевая специализация – микроэлектроника и приборостроение) [Там же] тоже относится к дисперсному типу кластера на свободной территории – занимает районы, расположенные на удалении друг от друга, территория выходит за пределы планировочной структуры г. Саранска.

Аналогичные требования могут быть и для кластера сельскохозяйственного назначения, размещенного на периферии города. Ему требуются земли с особыми природно-климатическими свойствами, расположенными на удалении от основной структуры элементов кластера, например территории инновационного территориального лесопромышленного кластера Архангельской области «ПоморИнноваЛес» [Там же].

Кластеры сельскохозяйственного назначения могут быть и монолитными, несмотря на большие территориальные размеры.

Не исключен вариант монолитного кластера внутри существующей планировочной структуры города – в срединной или центральной его зонах. Этот эффект достигим при условии реконструкции промышленной территории, инновационное развитие которой позволяет сократить площади и обеспечить на них же функционирование необходимых элементов кластера, реализовав тем самым непосредственную территориальную близость.

Результаты исследования

Таким образом, совмещая предлагаемые типы территориальных кластеров с положением относительно планировочной структуры города, отметим четыре типа:

- монолитный внутри города;
- монолитный на свободной территории (периферии);
- дисперсный внутри города;
- дисперсный на свободной территории (периферии).

Схемы структур кластеров каждого планировочного типа приведены на рис. 2.

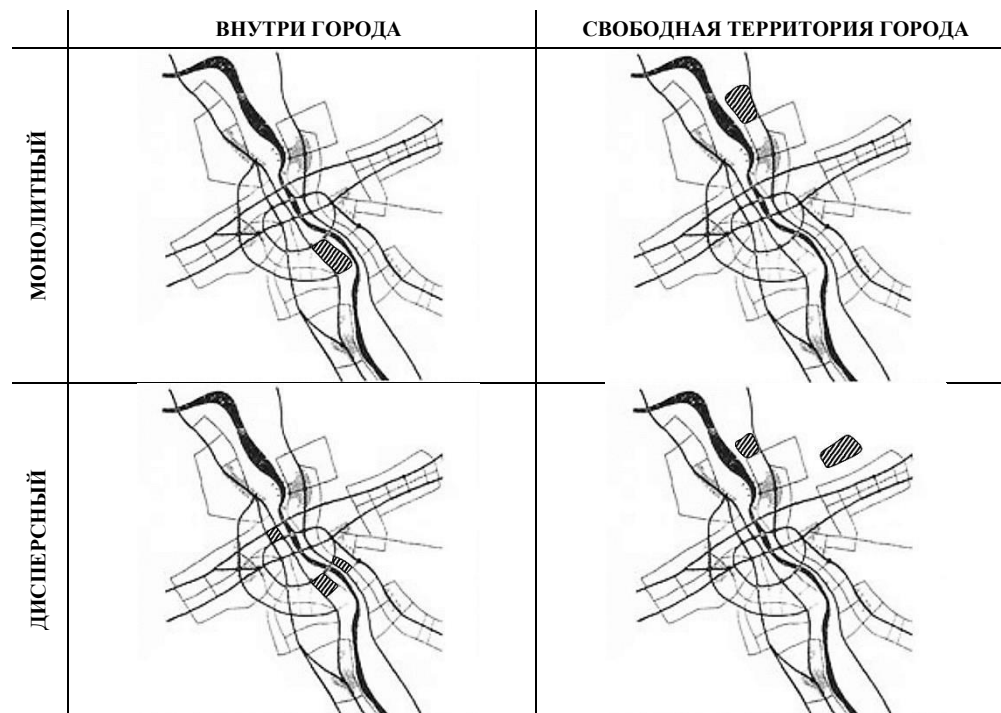


Рис. 2. Планировочные типы территориальных кластеров

Заключение

Своеобразие кластера как нового территориального образования, обеспечивающего развитие производства и градостроительства на современном уровне, заключается в тесной взаимосвязи четырех необходимых и достаточных элементов его структуры – производства, науки, образования и инфраструктуры (помимо производственной инфраструктуры). Тесная взаимосвязь достигается не только территориальной близостью элементов кластера, но и функциональной. Это может быть обеспечено, прежде всего, благодаря важной характеристике кластера – инновационности, касающейся формирования и развития каждого из его элементов и определяющей интеграцию его функционально-технологических зон.

В зависимости от специфики кластера и особенностей планировочной структуры города, в котором он развивается, можно выделить основные типы территориальных кластеров – монолитный и дисперсный, которые могут быть расположены как внутри города, так и на свободной территории. Конечно, помимо указанных четырех типов, возможны и переходные варианты, возникающие в зависимости от истории формирования планировочной структуры городов.

Ключевым в выявлении типов кластера является концентрация функций элементов и их взаимосвязь, но не размер и масштабность кластера.

Кластеры не отменяют принципов градостроительного зонирования, его основы остаются незыблемыми, как и санитарно-эпидемиологические и экологические нормы. Инновационность развития кластера оказывает непосред-

ственное влияние на градостроительное планирование, в том числе на оптимизацию и формирование новых подходов с точки зрения экологизации окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тарасова Ю.И., Киншт А.В. Кластер как структурная единица территориально-пространственной организации среды в России // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 6. С. 66–74.
2. Porter M.E. Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy // *Economic development quarterly*, 2000. № 14 (1). P. 15–34.
3. Портер М., Кетелс К., Дельгадо М., Брайден Р. Конкурентоспособность на распутье: направления развития российской экономики. Москва : Центр стратегических разработок, 2007. 114 с.
4. Бочаров Ю.П., Кудрявцев О.К. Планировочная структура современного города. Москва : Стройиздат, 1972. 164 с.
5. К 80-летию со дня рождения Александра Григорьевича Гранберга: Ученый, Учитель, Человек / под ред. В.И. Суслова, С.А. Суспицына. Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2016. 324 с.
6. Филиппова М.Г. Анализ современного состояния и развития промышленности России в период реализации федеральной кластерной политики // Молодой ученый. 2013. № 11. С. 495–500.
7. Производственная и инновационная инфраструктура России. Инновационные территориальные кластеры. URL : <https://www.ey.com/ru/ru/industries/real-estate/ey-russia-industrial-and-innovation-infrastructure-innovative-regional-clusters>; Индустриальные парки. URL : <https://www.ey.com/ru/ru/industries/real-estate/ey-russia-industrial-and-innovation-infrastructure-industrial-parks>; Технопарки и бизнес-инкубаторы. URL : <https://www.ey.com/ru/ru/industries/real-estate/ey-russia-industrial-and-innovation-infrastructure-technoparks-and-business-incubators> (дата обращения: 27.07.2017).
8. Различия индустриальных парков и технопарков // Индустриальные парки и технопарки в России. URL : <https://russiaindustrialpark.ru/article/razlichiya-industrialnyh-parkov-i-tehnoparkov> (дата обращения: 13.08.2017.)
9. Пилотные инновационные территориальные кластеры в Российской Федерации / под ред. Л.М. Гохберга, А.Е. Шадрина. Москва : Высшая школа экономики, 2013. 108 с.
10. Киншт А.В. Экологические аспекты территориального зонирования. Проблемы преобразования среды жизнедеятельности // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 6. С. 41–49.
11. Яншина Ф.Т. Эволюция взглядов В.И. Вернадского на биосферу и развитие учения о ноосфере. Москва : Наука, 1996.
12. Карта кластеров России. URL : <http://clusters.monocore.ru> (дата обращения: 25.05.2019).
13. Зеленоград. URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Зеленоград> (дата обращения: 23.05.2019); <http://www.technounity.ru/klaster/> (дата обращения: 25.05.2019 г.).
14. Черноголовка. URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Черноголовка> (дата обращения: 23.05.2019); <http://chgcity.ru> (дата обращения: 25.05.2019).

REFERENCES

1. Tarasova Y.I., Kinsht A.V. Klaster kak strukturnaya edinisa territorial'no-prostranstvennoi organizatsii sredy v Rossii [Cluster as a structural unit of territory spatial organization in Russia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2018. V. 20. No. 6. Pp. 66–74. (rus)
2. Porter M.E. Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic Development Quarterly*. 2000. No. 14 (1). Pp. 15–34.
3. Porter M., Ketels Ch., Del'gado M., Bryden R. Konkurentosposobnost' na rasput'e: napravleniya razvitiya rossiiskoi ekonomiki [Competitiveness at the crossroads: Choosing the future di-

- rection of the Russian economy]. Moscow: Tsentr strategicheskikh razrabotok. 2007. 114 p. (transl. from Engl.)
4. Bocharov Y.P., Kudryavtsev O.K. Planirovochnaya struktura sovremennogo goroda [Planning structure of the modern city]. Moscow: Stroiizdat, 1972. 164 p. (rus)
 5. K 80-letiyu so dnya rozhdeniya Aleksandra Grigor'evicha Granberga: Uchenyi, Uchitel', Che-lovek [The 80-year anniversary of the scientist and teacher Aleksandr Granberg]. V.I. Suslov, S.A. Suspitsyn, Eds. Novosibirsk, 2016. 324 p. (rus)
 6. Filippova M.G. Analiz sovremennogo sostoyaniya i razvitiya promyshlennosti Rossii v period realizatsii federal'noi klasternoi politiki [Analysis of the current state and development of Russian industry during the implementation of the Federal cluster policy]. *Molodoi uchenyi*. 2013. No. 11. Pp. 495–500. (rus)
 7. *Proizvodstvennaya i innovatsionnaya infrastruktura Rossii* [Production and innovation infrastructure of Russia]. Available: www.ey.com/ru/ru/industries/real-estate/ey-russia-industrial-and-innovation-infrastructure-innovative-regional-clusters; *Industrial'nye parki* [Industrial parks]: www.ey.com/ru/ru/industries/real-estate/ey-russia-industrial-and-innovation-infrastructure-industrial-parks; *Tekhnoparki i biznes-inkubatory* [Technology parks and business incubators]: www.ey.com/ru/ru/industries/real-estate/ey-russia-industrial-and-innovation-infrastructure-tech-noparks-and-business-incubators (accessed July 27, 2017). (rus)
 8. *Razlichiya industrial'nykh parkov i tekhnoparkov* [Differences between industrial parks and technoparks] Available: <https://russiaindustrialpark.ru/article/razlichiya-industrialnyh-parkov-i-tehnoparkov> (accessed August 13, 2017). (rus)
 9. Gokhberg L.M., Shadrin A.E. (Eds.) *Pilotnye innovatsionnye territorial'nye klastery v Rossiiskoi Federatsii* [Pilot innovative territorial clusters in the Russian Federation]. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2013. 108 p. (rus)
 10. Kinsht A.V. *Ekologicheskie aspekty territorial'nogo zonirovaniya. Problemy preobrazovaniya sredy zhiznedeiatel'nosti* [Ecological aspects of urban development zoning. transformation of living environment]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2017. No. 6. Pp. 41–49. (rus)
 11. Yanshina F.T. *Evolutsiya vzglyadov V.I. Vernadskogo na biosferu i razvitie ucheniya o noosfere* [Evolution of Vernadsky's views on biosphere and the development of noosphere doctrine]. Moscow: Nauka, 1996. (rus)
 12. *Karta klasterov Rossii* [Map of Russian clusters]. Available: <http://clusters.monocore.ru> (accessed May 25, 2019). (rus)
 13. *Zelenograd*. Available: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Зеленоград> (accessed May 23, 2019); www.technounity.ru/klaster/ (accessed May 25, 2019). (rus)
 14. *Chernogolovka*. Available: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Черноголовка> (accessed May 23, 2019), <http://chgcity.ru> (accessed May 25, 2019). (rus)

Сведения об авторах

Тарасова Юлия Игоревна, магистр архитектуры, доцент, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств, 630099, г. Новосибирск, Красный проспект, 38, yulyta@yandex.ru

Киниш Александр Владимирович, профессор, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств, 630099, г. Новосибирск, Красный проспект, 38, ale-kinsht@yandex.ru

Authors Details

Yuliya I. Tarasova, Ms, A/Professor, Novosibirsk State University of Architecture, Design and Fine Arts, 38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia, yulyta@yandex.ru

Aleksandr V. Kinsht, DSc, Professor, Novosibirsk State University of Architecture, Design and Fine Arts, 38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia, ale-kinsht@yandex.ru

УДК 72.03 (571.51)«17»

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-35-52

*В.И. ЦАРЁВ^{1,3}, В.В. ЦАРЁВ^{2,3},*¹*Институт архитектуры и дизайна**Сибирского федерального университета,*²*Министерство строительства Красноярского края,*³*Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства*

РЕКОНСТРУКЦИЯ КРАСНОЯРСКОГО ОСТРОГА 1748 Г.

В статье представлены результаты исследования архитектурно-планировочных особенностей г. Красноярска середины XVIII в., которые получены на основе анализа документальных материалов центральных архивов страны. Архитектурная летопись сибирского города восемнадцатого столетия во многом остается незавершенной, что определяет необходимость дальнейшего изучения ранее известных и вновь выявленных документальных источников, которые позволяют показать наиболее полную картину преобразований планировки и застройки крепости-города в рассматриваемый период. На основе исторических документов предложена графическая реконструкция архитектурно-планировочной ситуации на одном из этапов формирования Красноярска в XVIII в.

Ключевые слова: Сибирь; русские крепости; острог; храм; деревянная архитектура; Красноярск.

Для цитирования: Царёв В.И., Царёв В.В. Реконструкция Красноярского острога 1748 г. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 35–52.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-35-52

*V.I. TSAREV^{1,3}, V.V. TSAREV^{2,3},*¹*Siberian Federal University,*²*Ministry of Construction of The Krasnoyarsk Region,*³*Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning*

RECONSTRUCTION OF A KRASNOYARSK GAOL FOUNDED IN 1748

The article studies the architectural and planning features of Krasnoyarsk in the middle of the 18th century. The research results are based on the analysis of documents from the central archives of Russia. The architectural chronicle of the Siberian city of the 18th century remains largely incomplete. Further study is required in the field of previously known and newly identified archival documents which will allow to obtain the most complete information about the planning and development of the fortress-city in the period under consideration. Using the historical documents, a graphic reconstruction of the architectural and planning situation at one of the formation stages of Krasnoyarsk in the 18th century is proposed.

Keywords: Siberia; Russian fortresses; gaol; temple; wooden architecture; Krasnoyarsk.

For citation: Tsarev V.I., Tsarev V.V. Rekonstrukciya Krasnoyarskogo ostroga 1748 g. [Reconstruction of a Krasnoyarsk gaol founded in 1748]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21 No. 4. Pp. 35–52.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-35-52

В Российском государственном военно-историческом архиве (РГВИА, Москва) хранится чертеж, имеющий название: «План с прожектором города Красноярска сочинен в 748 году» [1]. Впервые этот уникальный документ был опубликован в книге В.Л. Ружже, вышедшей в 1966 г. [2, с. 55]. Впоследствии на его основе некоторые исследователи предпринимали неоднократные попытки графической и макетной реконструкции крепостных сооружений Красноярска середины восемнадцатого столетия, которые, однако, допускали много условностей и неточностей из-за трудной доступности подлинного чертежа. В 1990-х гг. В.И. Царёву представилась возможность непосредственно ознакомиться с архивным документом (рис. 1).

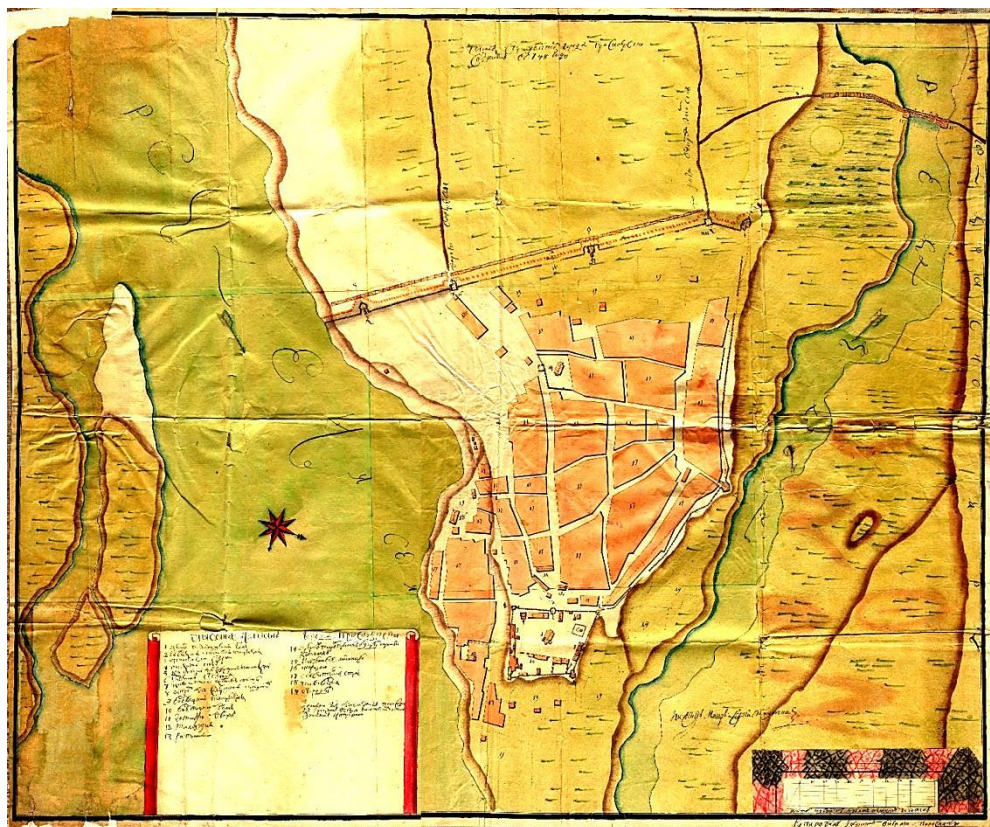


Рис. 1. «План с прожектором города Красноярска сочинен в 748 году» [1]

При тщательном изучении чертежа наше внимание привлекли обозначения, нанесенные на планировочные рисунки крепостных сооружений, напоминающие условные знаки местоположения поперечных и продольных разрезов на современных архитектурных планах (например, а–б), что заставило задуматься о существовании их графических изображений. Дальнейший архивный поиск позволил автору обнаружить документ, представляющий собой чертеж вертикальных разрезов этих крепостных сооружений, имеющий название: «Профили с прожектором города Красноярска, 748 году» [3] (рис. 2).

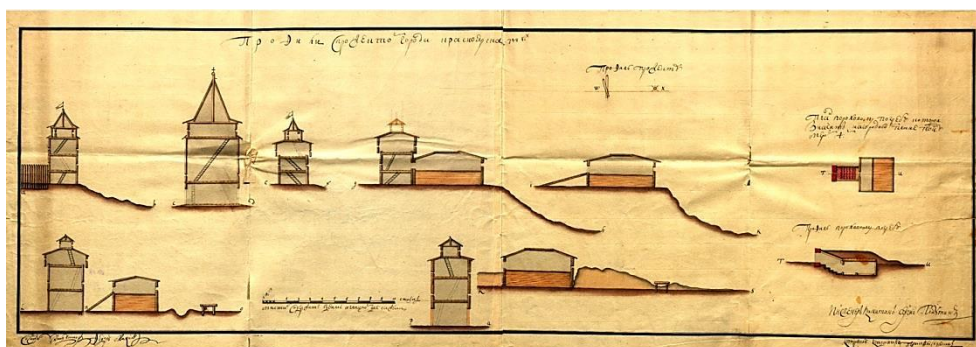


Рис. 2. «Профили с прожектором города Красноярска, 748 году» [3]

На основе выявленного чертежа «профилей» и плана города были определены объемно-планировочные размеры всех деревянных башен, их внутренняя структура, а также конструкции дополнительных крепостных сооружений: порохового погреба, артиллерийских выводов и заградительных устройств. Вариант (рабочий) графической реконструкции крепостных сооружений Красноярска 1748 г. был опубликован ранее [4, с. 27; 5, с. 165], но он потребовал в настоящее время более углубленного анализа и дальнейшей проработки, а также привязки к реальной ситуации в современном городе. Результаты новых исследований представлены в настоящей статье.

Малый город. На рассматриваемом плане Красноярска 1748 г. тыновые (острожные) стены малого города расположены вдоль бровки откоса на самой восточной оконечности мыса, образуемого при впадении р. Качи в Енисей (так называемая Стрелка) [6]. Они образуют неправильный четырехугольник, в углах которого находятся оборонительные сооружения. Наличие на листе масштабной линейки и указания составителей, что «мастаб содержит в дюиме аглицком 20 сажень», позволяет определить протяженность стен. Если принять, что английский дюйм равен 2,54 см, а сажень в восемнадцатом столетии равнялась современным 2,13 м, то размеры стен малой крепости составят в метрической системе измерений следующие величины: общая протяженность восточной стены между угловыми башнями (вместе со встроенной в нее двухчастной постройкой) равна $2,13 \text{ м} \times 52 \text{ с} = 110,8 \text{ м}$; северная (ориентированная на р. Качу) стена имела длину $2,13 \text{ м} \times 52 \text{ с} = 110,8 \text{ м}$; южная (ориентированная к р. Енисей) стена вместе со строениями была длиной $2,13 \text{ м} \times 56 \text{ с} = 119,3 \text{ м}$; западная стена между угловыми башнями состояла из двух частей, разделенных шестигранной проездной башней (размеры которой уточним ниже), а участки этой стены имели протяженность: участок, направленный от башни к Енисею $2,13 \text{ м} \times 32 \text{ с} = 68,2 \text{ м}$; направленный от башни к Каче $2,13 \text{ м} \times 36 \text{ с} = 76,7 \text{ м}$ (рис. 3).

Чертежи «профилей» 1748 г. позволили авторам выполнить уточненную реконструкцию крепостных сооружений малого города. На листе под масштабной линейкой присутствует надпись о том, что «мастаб содержит в дюиме аглицком две сажени». На плане города первый разрез, обозначенный буквами а–b, нанесен на изображение юго-западной угловой («глухой» –

непроездной) башни, имевшей квадратные планировочные очертания. На чертеже «профилей» эта башня изображена первой (слева в верхнем ряду). Плоскость разреза рассекает береговой откос, башню и часть тыновой стены. Высота откоса со стороны Енисея достигала 2 с (4,3 м). Изображения башен на чертежах плана и «профилей» не дает представления о приемах соединения бревен в углах срубов, но вероятно, применялась наиболее распространенная врубка с остатком («в обло») (рис. 4).

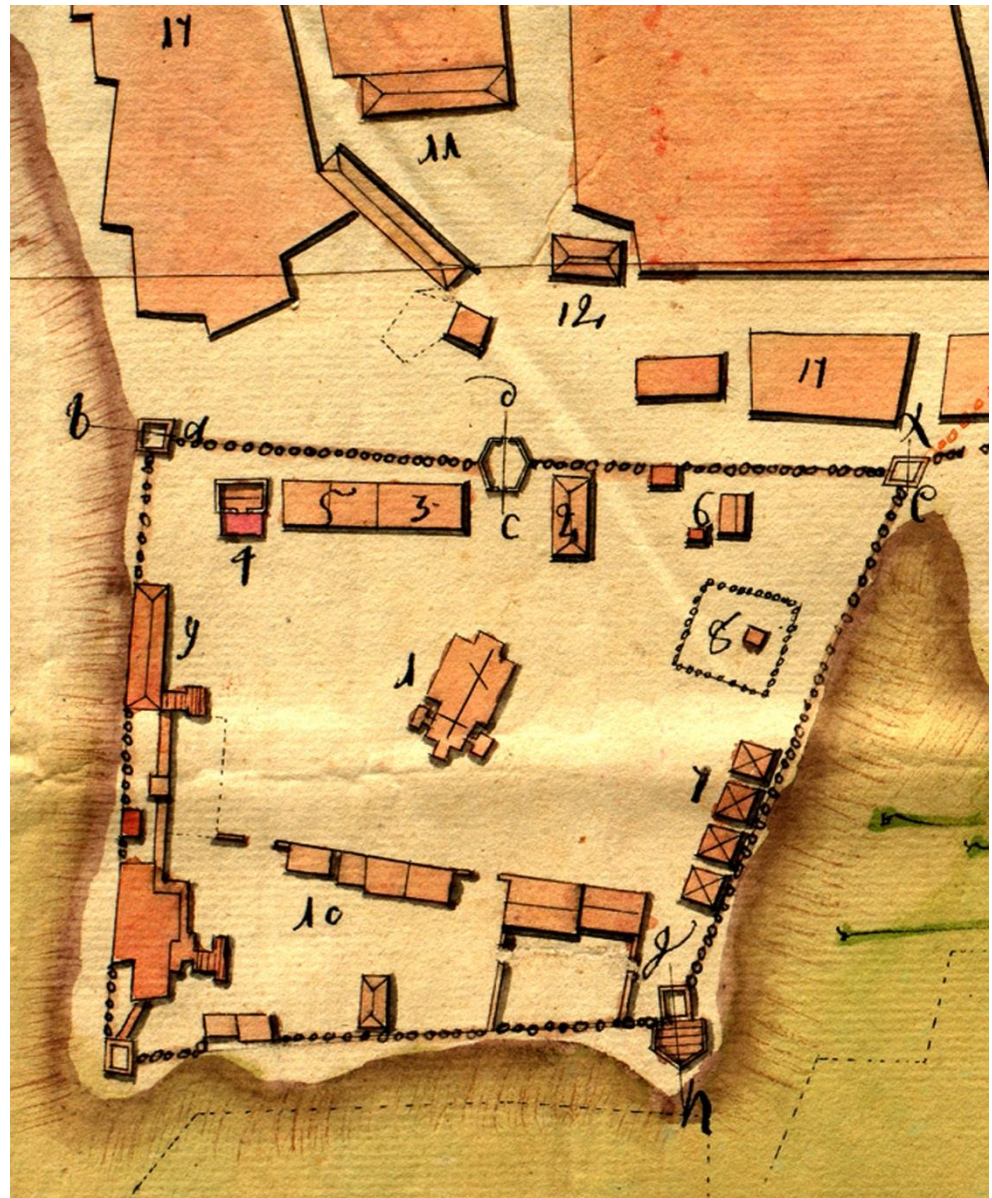


Рис. 3. Малый город на «Плане с прожектором города Красноярска». 1748 г. РГВИА

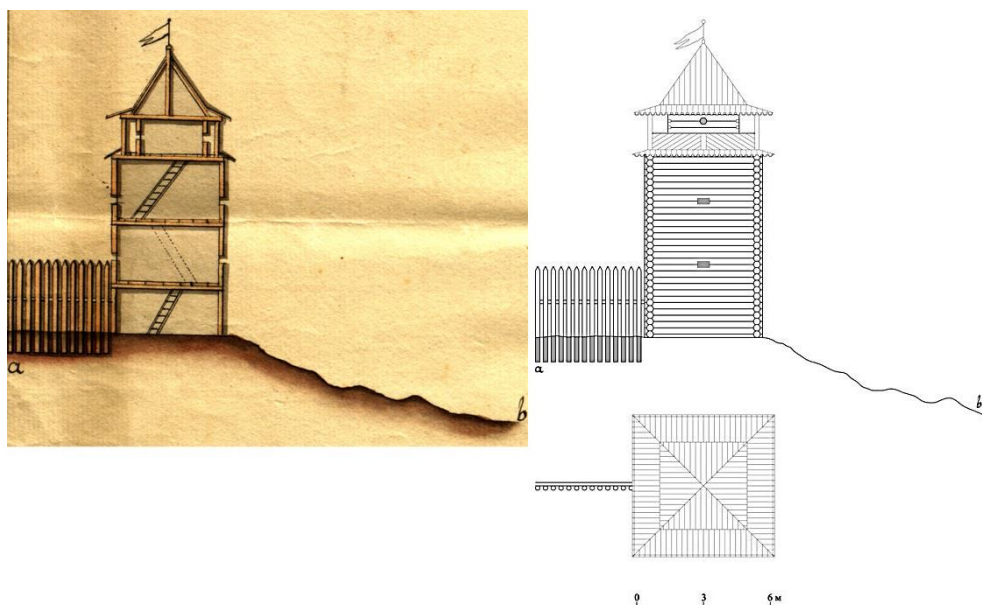


Рис. 4. Графическая реконструкция юго-западной башни (а-б) малого города. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

На разрезе деревянной башни видны четыре внутренних яруса, разделенных перекрытиями («мостами»), сообщение между которыми осуществлялось изнутри по приставным лестницам. Высота нижнего яруса (от земли до перекрытия) определяется в одну сажень (2,13 м); толщина перекрытия – 0,3 м; высота второго яруса (от пола до перекрытия) – 1,1 с (2,4 м); толщина перекрытия между вторым и третьим ярусами, а также высота третьего яруса равнялись показателям нижележащего – второго яруса (0,3 м; 2,4 м). Эти три яруса находились в единой срубной конструкции, общая высота которой равнялась 3,9 с (8,3 м). Четвертый ярус башни представлял собой дозорную вышку, окруженную обходной галереей, конструкция которой нередко выполнялась из бруса, что указывалось в описаниях башен того периода: «а на верху клетка брусная с перилы» [7, с. 85]. Высота четвертого яруса (в чистоте) была около 0,9 с (1,9 м). Над ним находилось покрытие башни, выполненное в виде пирамиды («колпака»), высота которой достигала полторы сажени (3,2 м). Общая высота юго-западной угловой башни составляла 6,3 с (13,4 м). Размеры сторон основного сруба башни в плане: 2,5×2,5 с (5,3×5,3 м); дозорная вышка имела размеры сторон – 1,5×1,5 с (3,2×3,2 м), а проход круговой галереи был шириной около 0,6 м.

Тыновая стена, фрагмент которой показан на рассматриваемом чертеже, состояла из бревен, достигавших в длину две сажени (4,3 м). Над поверхностью земли высота острога составляла более 1,5 с (3,2 м). При возведении острожной стены использовались бревна круглого сечения, а для более прочного их соединения применялась особая слега, поперечная вязка – игла [8].

Следующая башня, обозначенная на плане и «профиле» буквами с-д, являлась главной башней малой крепости и называлась Спасской. Она отличалась от остальных башен не только шестигранной формой, но и трехъярусной внут-

ренней структурой. Нижний ярус обрамлял сквозной проезд, соединявший малый город с большим, в основании которого находился деревянный настил, устроенный между проездными воротами. Высота нижнего яруса была около двух сажень (4,3 м), а толщина перекрытия – 0,3 м. Второй ярус имел высоту (в чистоте) 3,5 с (7,5 м); перекрытие – 0,3 м, а через всё это пространство была устроена длинная деревянная лестница. Третий ярус башни от пола до перекрытия был высотой 1,2 с (2,6 м). Над ним возвышалась шатровая кровля, высота которой с главкой составляла 4,3 с (9,2 м), а с крестом – 4,5 с (9,6 м).

Общая высота главной городской башни вместе с шатром и крестом составляла 11,5 с (24,5 м). Два нижних яруса башни находились в едином шестигранном срубе, высота которого от земли поднималась на 5,6 с (11,9 м), а ширина (расстояние между воротами) составляла 4,5 с (9,6 м); последняя величина позволяет выполнить расчеты размеров планировочных очертаний рассматриваемой части башни, которые определяют, что длина её грани равнялась 5,6 м, а диаметр описанной окружности (расстояние между внутренними противоположными углами) составлял 11,2 м.

Шестигранный сруб, в котором находился третий ярус башни, был немного меньше нижележащего «шестерика», а на разрезе его ширина составляет 4,3 с (9,2 м). Проведенные расчеты определяют длину грани сруба, равную 5,3 м, а расстояние между внутренними противоположными углами – 10,6 м (рис. 5).

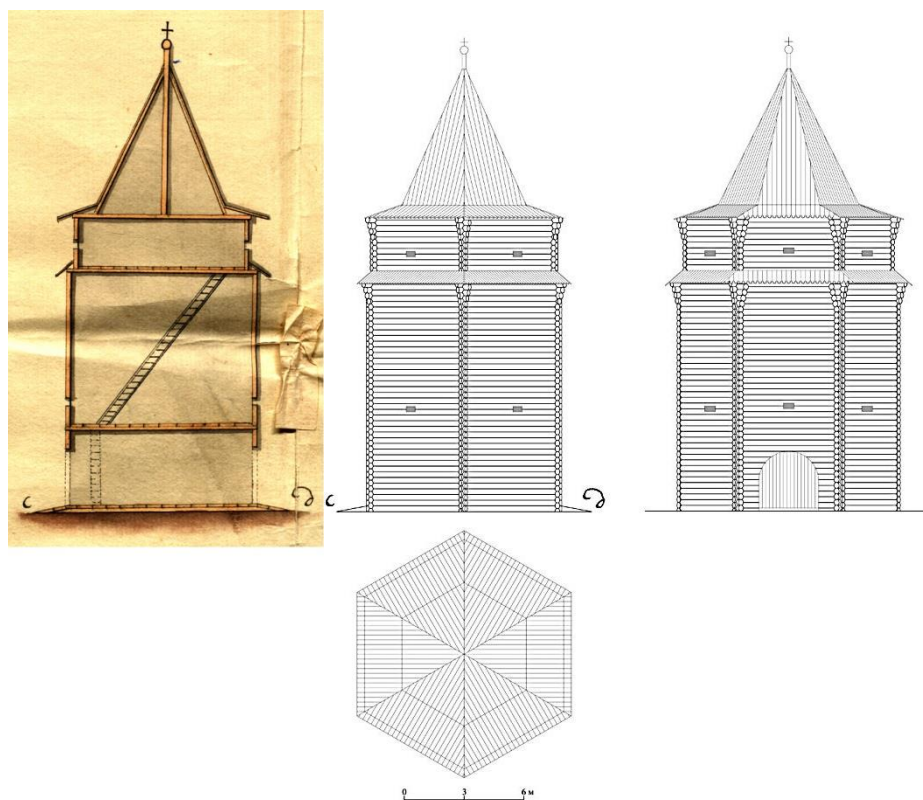


Рис. 5. Графическая реконструкция Спасской башни (с–d) малого города. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

Деревянная башня, показанная на плане в северо-западном углу малого города и обозначенная буквами е–f, представляла собой яркий образец русского оборонительного сооружения рассматриваемой эпохи. На чертеже «профилей»-разрезов наглядно представлен тип «глухой» башни (рис. 6).

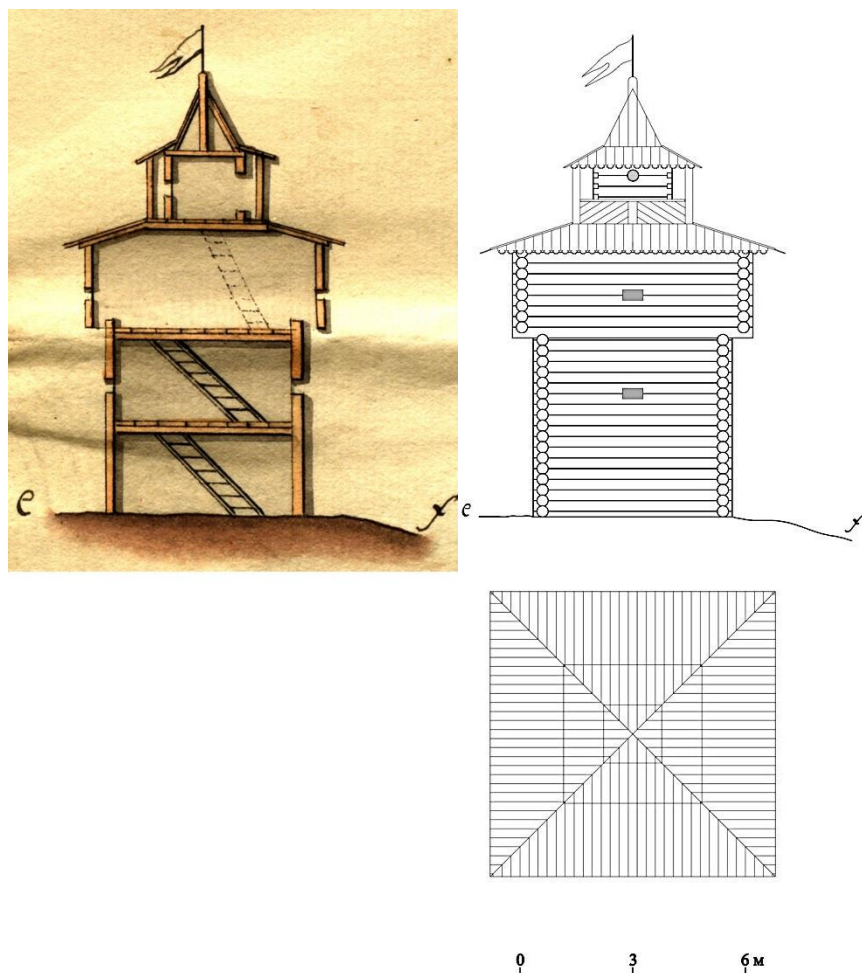


Рис. 6. Графическая реконструкция северо-западной башни (е–f) малого города. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

Она состояла из нижнего сруба, включавшего два одинаковых яруса (высотой по одной сажени – 2,13 м), разделенных перекрытием–«мостом» и связанных между собой и вышележащим ярусом внутренними лестницами. Квадратные очертания сруба имели планировочные размеры 2,5×2,5 с, или 5,3×5,3 м. Высота нижнего сруба достигала 2,3 с (4,9 м). Над ним находился уширенный сруб с обламами, венцы которого опирались на выпуски концов бревен нижележащего сруба. Размеры сруба обломов, судя по чертежу «профилей», составляли 3×3 с (6,4×6,4 м), а наибольшая высота помещения (в центральной части) достигала 1,2 с (2,6 м).

Над ярусом обламов находилась дозорная вышка-«клетка» с круговой галереей; размеры в плане дозорного помещения составляли 1×1 с (2,13×2,13 м), а высота – 0,9 с (1,9 м); проход галереи был шириной около 0,6 м. Над башней находилось покрытие, выполненное в виде пирамиды («колпака»), высота которой равнялась одной сажени (2,13 м). Общая высота северо-западной башни малой крепости достигала 5,5 с (11,7 м).

Четвертым защитным сооружением малого города на плане Красноярска 1748 г. отмечены постройки в северо-восточном углу крепости (буквы g–h), стоявшие на краю откоса, глубина которого доходила до 4 с (8,5 м). Они представляли двойное строение, одним из которых была сторожевая («глухая») башня, а другим – пристроенный к ней артиллерийский вывод-батарея (рис. 7).

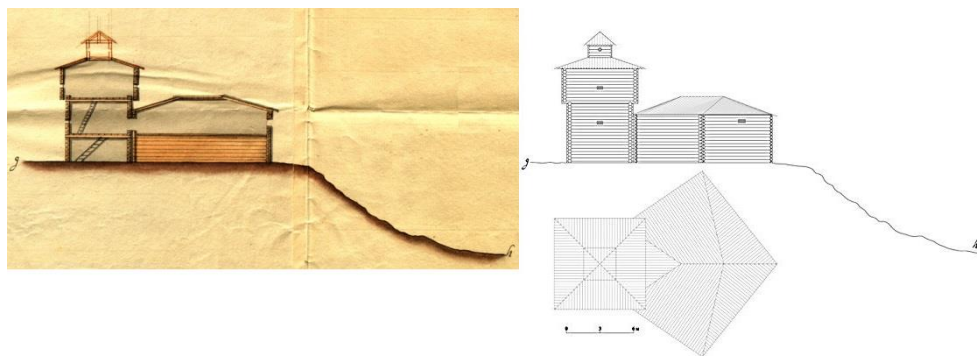


Рис. 7. Графическая реконструкция северо-восточной башни и артиллерийского вывода-батареи (g–h) малого города. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

Нижний квадратный сруб башни имел планировочные размеры: $2,8 \times 2,8$ с (5,9×5,9 м); высота его также равнялась 2,8 с (5,9 м). Внутри сруб был разделен перекрытием (толщиной около 0,3 м) на два яруса: нижний высотой 1 с (2,13 м), верхний – 1,4 с (3 м). Над перекрытием второго яруса находился сруб обламов, имевший планировочные размеры $3,2 \times 3,2$ с (6,8×6,8 м), а максимальную высоту в центральной части помещения 1,5 с (3,2 м). Над четырехскатной кровлей на чертеже «профилей» изображен разрез дозорной вышки, но представленный схематично, вероятно, предназначенный объяснить указания составителей графического документа о необходимости достройки данной башни. Размеры надстройки: в плане 1×1 с (2,13×2,13 м); высота 1 с (2,13 м) и подъем кровли-«колпака» около 0,4 с (0,9 м). Высота всей башни без надстройки составляла 4,4 с (9,4 м), а с надстройкой 5,5 с (11,7 м). Между ярусами башни сообщение осуществлялось по внутренним приставным лестницам.

На высоте второго яруса через проем в стене (высотой 0,4 с, или 0,9 м) башня соединялась с площадкой артиллерийского вывода, представлявшего собой пятиугольный деревянный сруб, защищенный сверху кровлей. Планировочные размеры пушечного вывода составляют: длина по центральной оси пятиугольного сруба 5,8 с (12,4 м); сторона правильного пятиугольника (грань сруба) будет равна 8 м. Высота этого сруба до карниза составляет две сажени, или 4,3 м; на уровне 1,2 с (2,6 м) от земли в срубе был устроен настил для уста-

новки пушек. Наибольшая высота кровли над помостом (в центральной части вывода) достигала 1,5 с (3,2 м), а общая высота вывода равна 2,8 с (5,9 м). Отличительной особенностью данных крепостных сооружений (башни и вывода) являются изображенные на их разрезах двойные деревянные стены, вероятно, отражавшие дополнительную отделку бревенчатых срубов тесом.

Другим крепостным сооружениям малого города составители чертежей не уделили внимания, хотя на плане в юго-восточном углу крепости дано изображение строения, схожего с башенной постройкой, но оно не обозначено буквами, а соответственно, отсутствует его «профиль». Можно предположить, что на плане изображен сруб башни, но изменившей своё оборонительное предназначение на иные хозяйственные функции (т. к. располагалась в комплексе строений воеводского двора). Решение этой загадки чертежа требует дополнительных исследований.

Из многочисленных строений внутри малого города, вычерченных на плане, на чертеже «профилей» присутствует только изображение порохового погреба, который, как указали составители, «значит на городском плане под номером 4-м» (рис. 8).

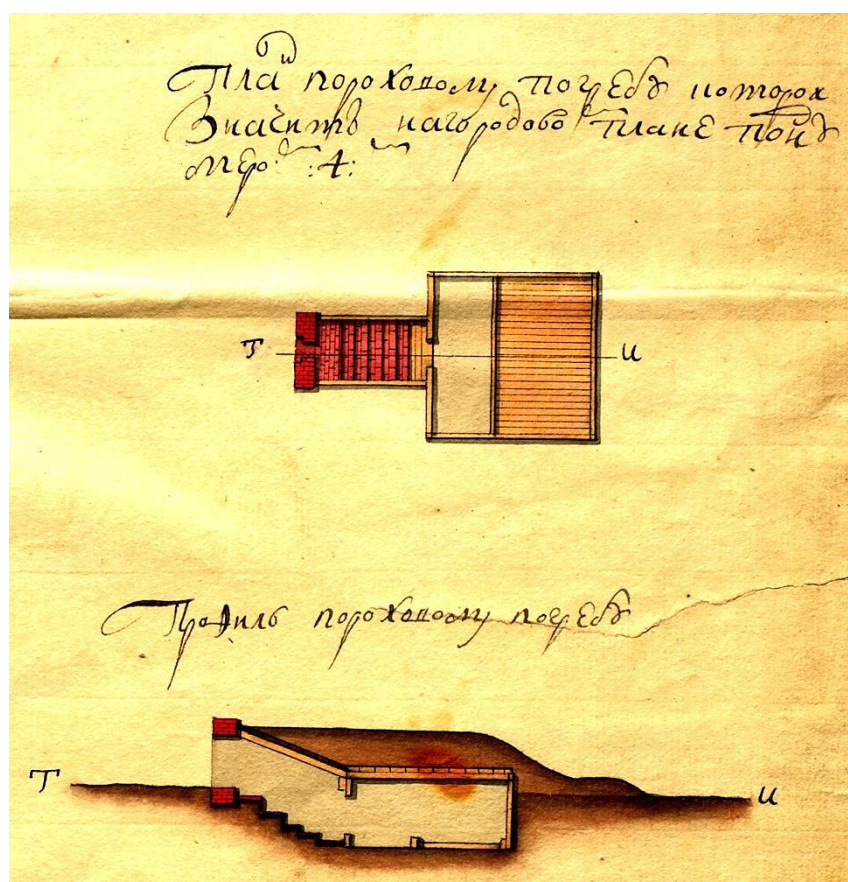


Рис. 8. План и разрез порохового погреба (Т–и) на чертеже «Профилей с прожектором города Красноярска». 1748 г. [3]

Это строение находилось вблизи юго-западной угловой башни, обозначенной буквами а–б. Пороховой погреб представлял собой заглубленный в землю деревянный сруб с квадратной формой плана, размеры которого составляли: 3×3 с (6,4×6,4 м); высота сруба с деревянным покрытием достигала 1,4 с (3 м). Сруб частично заглублен в землю на 1,1 с (2,3 м), а по его основанию устроен деревянный настил шириной 1,6 с (3,4 м). Выход из погреба представлял собой проем в стене сруба высотой 0,7 с (1,5 м), а шириной 0,4 с (0,9 м). За входным проемом наружу вела лестница, устроенная в пространстве между деревянными стенами (шириной 1,2 с, или 2,6 м) и наклонным деревянным потолком (на высоте 1,2 с, или 2,6 м). Пять лестничных ступеней и входная стена (толщиной 0,4 с, или 0,9 м) были выполнены из кирпича. Наружный дверной проем, устроенный в кирпичной стене, имел высоту 0,7 с (1,5 м), а ширину 0,4 с (0,9 м); на внутренней плоскости кирпичной стены ширина проема уменьшалась до 0,3 с (0,6 м). Сверху сруб погреба и лестничный проход были засыпаны слоем земли толщиной до 0,6 м.

Остальные строения малого города представлены в «описании»-экс-пликация к плану Красноярска. Среди них: под цифрой 1 обозначена церковь Преображения господня; 2 – «гобвахта и полковая канцелярия»; 3 – «артиллериской сарай»; 4 – пороховой погреб; 5 – «два анбара для содержания ясашной казны»; 6 – казенная кузница; 7 – «правиантские и соляные анбары»; 8 – острог для содержания колодников; 9 – «воевоцкая канцелярия»; 10 – «воевоцкой дом». Анализ их архитектурных особенностей требует отдельного углубленного изложения.

Большой город. За пределами малого города первым оборонительным строением, которому уделили внимание составители чертежей, являлся пятиугольный вывод-батарея, находившийся в средней части качинской (северной) стены большого города и отмеченный на плане и «профили» буквами i–K (рис. 9).

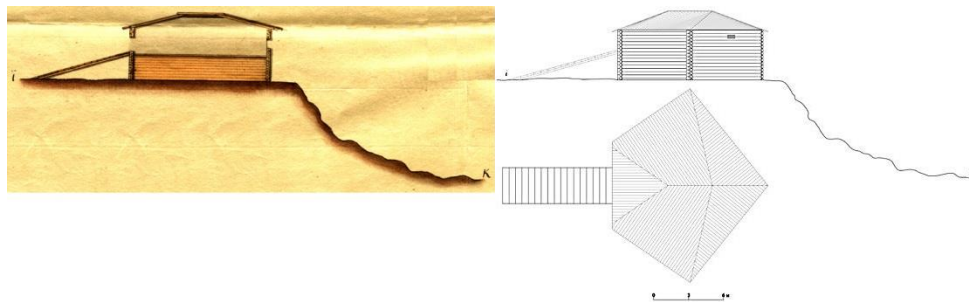


Рис. 9. Графическая реконструкция артиллерийского вывода-батареи (i–K) большого города. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

Конструктивно он был решен сходно с рассмотренным выше подобным сооружением в малом остроге. Планировочные размеры рассматриваемого пушечного вывода составляли: длина по центральной оси пятиугольного сруба 5,8 с (12,4 м); сторона правильного пятиугольника (грань сруба), исходя из расчетов, будет равна примерно 8 м. Высота этого сруба до карниза составля-

ла две сажени, или 4,3 м; на уровне 1,2 с (2,6 м) от земли в срубе был устроен горизонтальный помост, для подъема на который сооружался наклонный деревянный настил-«взвоз». Наибольшая высота кровли над помостом (в центральной части вывода) достигала 1,5 с (3,2 м), а общая высота вывода равна 2,8 с (5,9 м). Сруб пушечного вывода изображен на чертеже «профилей» с двойными деревянными стенами (отделка тесом). Он стоял на краю откоса, нависавшего над р. Качей, на высоте четырех сажень (8,5 м).

Следующими по порядку буквами (L–m) отмечена на плане и «профилях» проездная башня, встроенная в западную тыловую стену большого города на месте, прилегавшем к р. Каче (рис. 10).

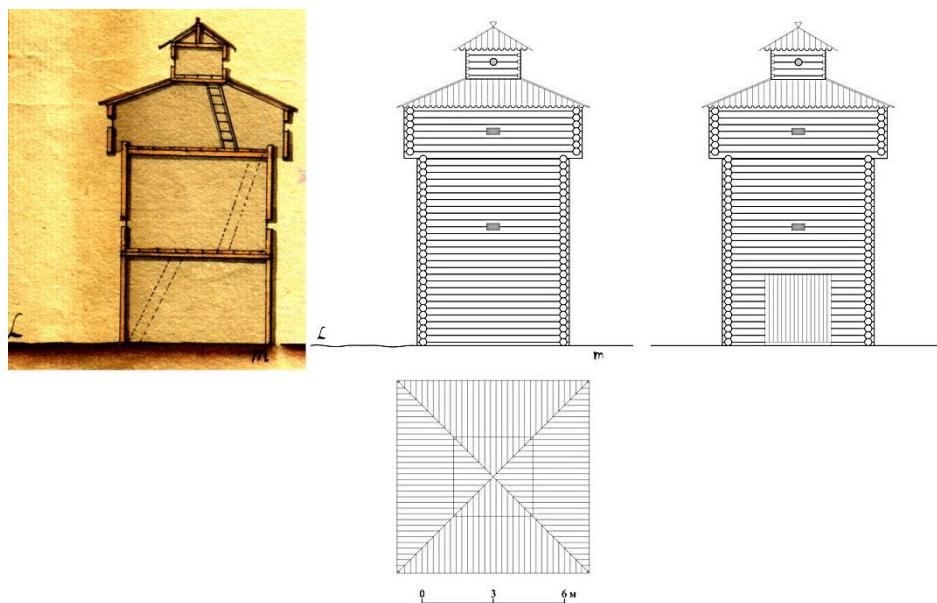


Рис. 10. Графическая реконструкция проездной башни (L–m) большого города. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

По форме данная башня была четырехугольной, а по внутренней структуре – четырехъярусной. Длина сторон нижнего сруба составляла 3×3 с (6,4×6,4 м), а его высота до яруса обلامов – 4 с (8,5 м). На уровне 1,6 с (3,4 м) от земли в срубе был устроен помост (толщиной около 0,3 м); над ним на высоте 1,8 с (3,8 м) находилось перекрытие яруса обلامов (толщиной 0,3 м). Стороны сруба обلامов имели длину 3,5×3,5 с (7,5×7,5 м), а высоту в одну сажень (2,13 м). Завершала сруб четырехскатная кровля, которая в центральной части помещения возвышалась на 1,4 с (3 м). На верхнем, четвертом, ярусе башни находилась дозорная вышка, стороны которой имели размеры 1,1×1,1 с (2,3×2,3 м), а высота достигала 0,7 с (1,5 м). Кровля-«колпак» возвышалась над дозорной вышкой на 0,4 с (0,9 м). Между ярусами башни сообщение осуществлялось по внутренним приставным лестницам. На чертеже «профилей» составители не показали наличие проездных ворот, что кажется весьма странным, с учетом того, что линия разреза на плане указана в их створе. Общая высота башни достигала 6,4 с (13,6 м).

Буквами п–о на плане и чертеже «профилей» отмечен артиллерийский вывод, который был встроен в западную стену большого города. Его квадратные очертания имели размеры сторон 3,8×3,8 с (8×8 м), высоту до кровли 2,5 с (5,3 м), а с подъемом кровли – 2,9 с (6,2 м). Внутри сруба на высоте от земли 1,5 с (3,2 м) находился помост для размещения пушек, к которому (через проем в срубе размерами 0,4×0,3 с, или 0,9×0,6 м) от земли вел наклонный деревянный настил-«взвоз» (длиной 2,8 с – 6 м). В плоскость разреза-«профиля» попали изображения дополнительных защитных устройств – рва, двойных цепов и рогаток, стоявших снаружи западной стены большого города. Ширина рва, край которого находился на расстоянии двух метров от сруба артиллерийского вывода, достигала 1,2 с (2,6 м), а глубина 0,8 с (1,7 м); в двух метрах от противоположного края рва шел ряд «рогаток», представлявших конструкцию из перекрещенных и скреплённых (связанных) между собой деревянных бруса и кольев (обычно заострённых); в пяти саженях (11 м) от «рогаток» находились «двойные цепи» – два ряда (на расстоянии около 2 м) кольев, вкопанных в землю (иногда заостренных), связанных между собой прогонами (рис. 11).

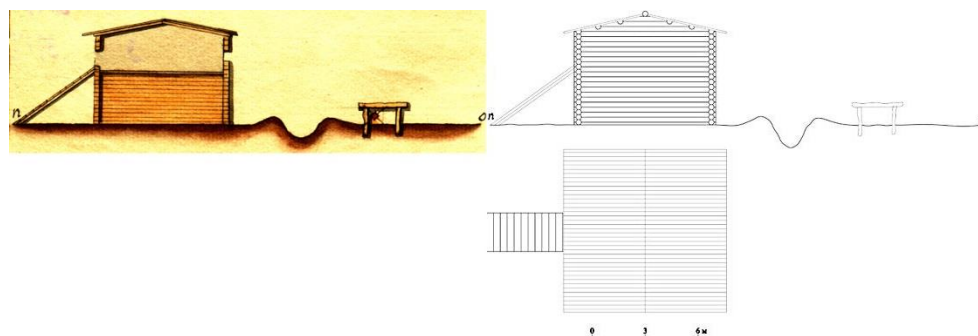


Рис. 11. Графическая реконструкция артиллерийского вывода-батареи (п–о) большого города. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

Обозначение разреза-«профиля» буквами Р–Q выделяет вторую проездную башню, находившуюся в западной стене большого города (ближе к Енисею). Размеры сторон основного квадратного сруба башни составляли 3,2×3,3 с (7×7 м), а в высоту он поднимался до 5,5 с (12 м). Внутри сруб был разделен перекрытиями на три яруса. Первый ярус имел высоту в две сажени (4,3 м), в нем были устроены проездные ворота (высотой 1,5 с – 3,2 м, шириной 0,9 с – 1,9 м). Второй ярус имел высоту от пола до перекрытия 1,8 с (3,8 м). Высота третьего яруса в центральной части достигала 1,6 с (3,4 м), а над ним находилась дозорная вышка, имевшая размеры стен 1,5×1,5 с (3,2×3,2 м), высотой одна сажень (2,13 м). Завершалась башня кровлей-«колпаком» (высотой 0,7 с – 1,5 м). Перекрытия-«мосты» соединялись внутренними приставными лестницами. Высота башни 7,4 с (15,8 м). Стены изображены на разрезе двухслойными (рис. 12).

Еще один пятиугольный артиллерийский вывод, находившийся на краю западной стены большого города прилегавшим к Енисею, был отмечен составителями плана и «профилей» буквами R–s (рис. 13).

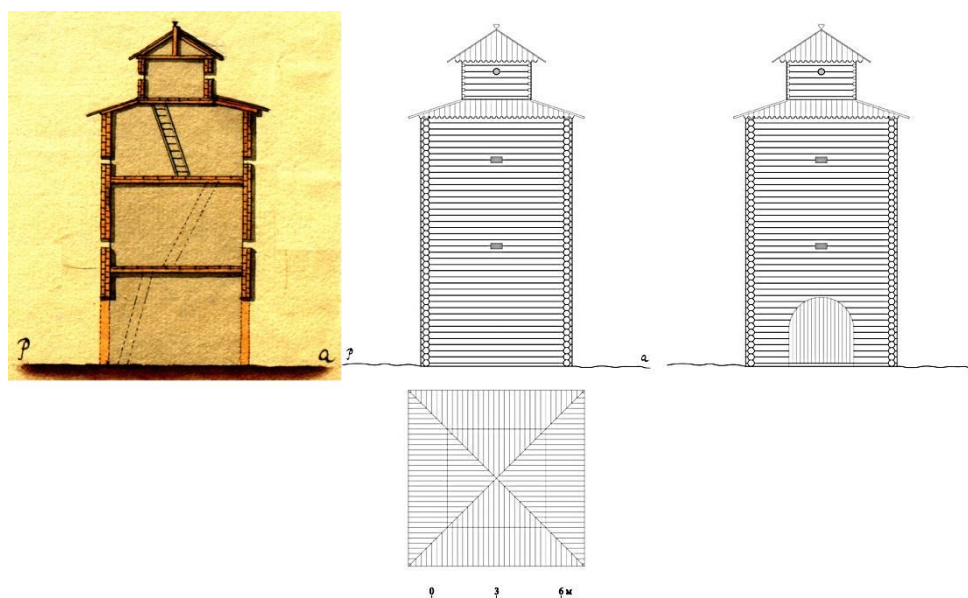


Рис. 12. Графическая реконструкция проездной башни (P–Q) большого города. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

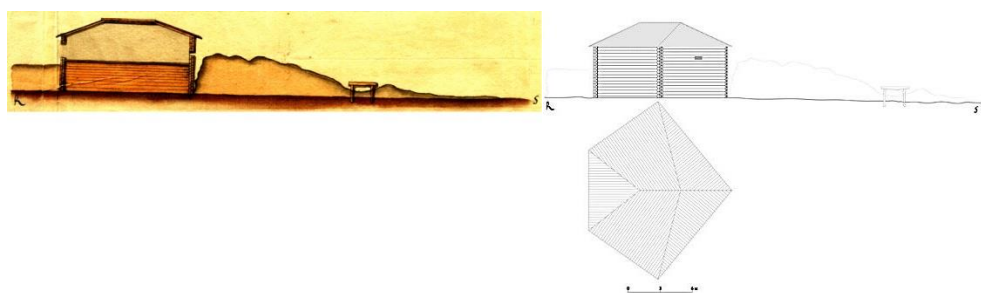


Рис. 13. Графическая реконструкция артиллерийского вывода-батареи (R–s) большого города. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

Его конструктивно-планировочные характеристики во многом схожи с подобными сооружениями, рассмотренными выше. Длина по центральной оси пятиугольного сруба 5,8 с (12,4 м); сторона правильного пятиугольника (грань сруба), исходя из расчетов, будет равна примерно 8 м. Высота до карниза составляла 2,4 с (5 м); на уровне 1,4 с (3 м) от земли в срубе был устроен горизонтальный помост. Наибольшая высота кровли над помостом (в центральной части вывода) достигала 1,5 с (3,2 м), а общая высота вывода равна 3,3 с (7 м). Сруб пушечного вывода изображен на чертеже «профилей» с двойными деревянными стенами, которые были засыпаны песком почти до половины высоты, отчего на разрезе не показан наклонный деревянный настил-«взвоз». В описании плана города составители сделали приписку о том, что «от номера 20 до номера 21 палисадник заносит всегда оной песком как значит на профили».

На плане Красноярска 1748 г. отмечен буквами t–u ещё один пятиугольный артиллерийский вывод, находившийся в конце западной стены, на краю

откоса у р. Качи. Однако на чертеже «профилей» его изображение отсутствует, что связано, вероятно, с полным подобием данного сооружения и другого качинского вывода-батареи, рассмотренного выше.

Последние из букв, указанные на чертежах, отмечали рекомендации составителей по восстановлению фрагмента утраченной западной городской стены (w–x); длина бревен тына составляла две сажени (4,3 м), а высота острожной стены над поверхностью земли достигала 1,4 с (3 м) (рис. 14).

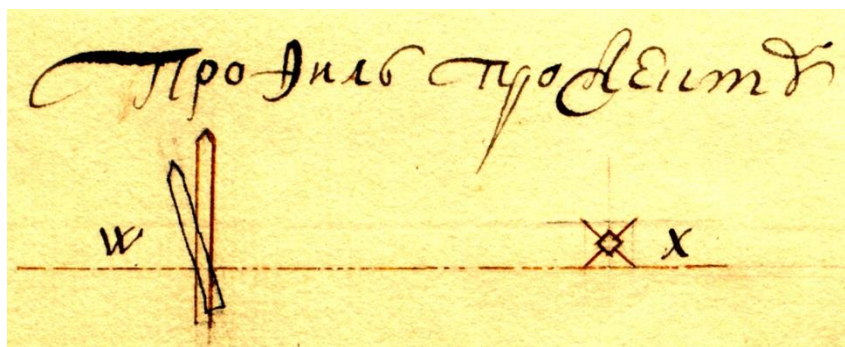


Рис. 14. «Профиль прожекту» (w–x) на чертеже «Профилей с прожектом города Красноярска». 1748 г. [3]

Из строений в большом городе в «описании»-экспликация отмечены: 11 – гостиный двор; 12 – таможня; 13 – ратуша (за городскими стенами, на берегу Енисея); 14 – церковь Покрова пресвятыя Богородицы и при ней колокольня; 15 – казенные мельницы (на р. Каче); 16 – караульня; 17 – обывательское строение; 18 – пивоварня; 19 – огороды.

О составителях чертежей. На плане с «прожектом» города Красноярска, сочиненном в 1748 г., имеются две подписи: первая в нижней части листа нанесена поверх чертежа – «Инженер Майор Сергей Плаутин»; вторая подпись расположена по обрезу листа, под рамкой чертежа с правой стороны – «Капировал кандуктор Василеи Паливанов».

На чертеже «Профилей с прожектом города Красноярска, 748 г.» имеются три подписи: первая в правом нижнем углу чертежа – «Инженер Капитан Сергей Плаутин»; вторая подпись расположена по обрезу листа, под рамкой чертежа с левой стороны – «Составил кандуктор Федор Михайлов»; третья подпись также расположена под рамкой чертежа с правой стороны – «Копировал кандуктор Прокофеи Седякин». На обратной стороне листа с чертежами «профилей» имеется надпись: «Профили города Красноярска також послан в Санкт Петербург Енерал Полковником дела сего 1752 году сентября».

В XVIII в. звание кондуктора присваивалось военным чертёжникам или художникам. Фамилии трех из них сохранились на рассматриваемых графических документах. Краткие сведения выявлены о руководителе архитектурно-планировочных работ. Сергей Гаврилович Плаутин (родился в 1703 г.) являлся представителем старинного дворянского рода; начинал службу инженер-кондуктором (1721 г.) и завершил её в чине бригадира (1758 г.). В 1745–1748 гг. выполнял секретную миссию по составлению подробной топографической кар-

ты земель от Семипалатинска до Телецкого озера [9]. Одним из результатов этой экспедиции стали рассмотренные в данной статье чертежи города Красноярска и его оборонительных укреплений.

Местоположение Красноярского острога 1748 г. в современной городской структуре. Очертания мыса (Стрелки) между реками Енисей и Качи на рубеже последних столетий подверглись значительным градостроительным преобразованиям и существенно отличаются от конфигурации местности, нанесенной на план Красноярска 1748 г. Поэтому для выполнения графической реконструкции крепости авторы выбрали топографическую основу территории, составленную в 1930-х гг., сохранившую природные очертания мыса [10]. Особенностью рассматриваемого участка территории является наличие на его северном склоне ложбины, глубоко проникающей в плоскость мысовой платформы. Она изображена на планах города 1748 г. и 1930-х гг., что позволяет использовать её в качестве одного из опорных элементов реконструкции планировочной структуры Красноярской крепости.

Другим графическим элементом, привлечшим наше внимание на плане города 1930-х гг., является изображение квадратного строения на месте юго-восточной угловой башни малого города 1748 г., находившейся в комплексе воеводского двора. Размещение данного строения на самом краю площадки мыса позволяет зафиксировать его как возможную «точку» угловых построек бывшей крепости. По этим опорным элементам природного ландшафта и планировочной ситуации была выполнена графическая реконструкция Красноярского острога 1748 г., осуществленная с привязкой к топографической основе 1930-х гг. (рис. 15).

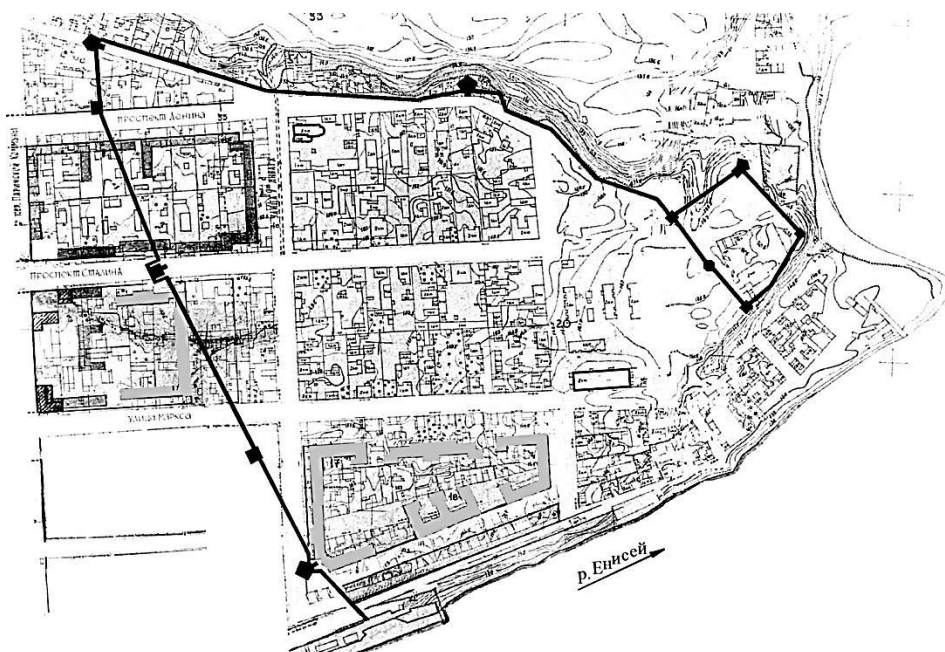


Рис. 15. Графическая реконструкция Красноярского острога 1748 г. на топографической основе 1930-х гг. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

По наиболее крупным опорным элементам плана города 1930-х гг., сохранившимся до настоящего времени (например, здания краевого архива и Благовещенской церкви), была осуществлена привязка планировочной ситуации тех лет и текущего периода, что позволило выявить местоположение крепостных сооружений 1748 г. в современной застройке Красноярска (рис. 16).

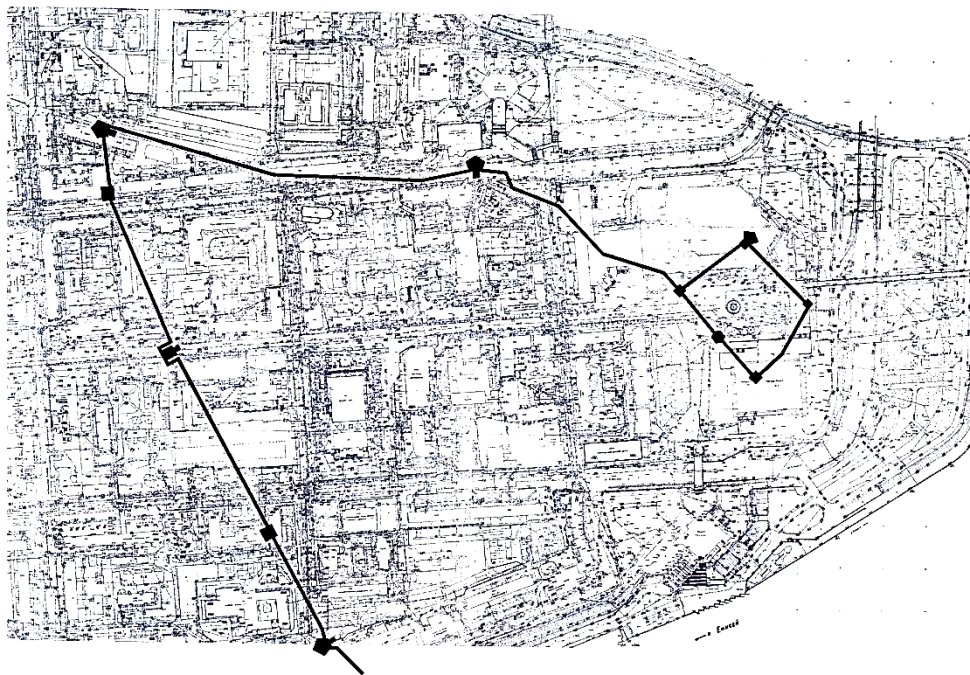


Рис. 16. Графическая реконструкция Красноярского острога 1748 г. в современной городской застройке. Авторы В.И. Царёв, В.В. Царёв

Результаты проведенного исследования раскрывают малоизвестные аспекты заключительного этапа формирования Красноярской крепости как одного из крупных русских форпостов в Центральной Сибири XVII–XVIII вв. Выявленные авторами архитектурно-конструктивные особенности крепостных сооружений позволяют глубже изучить истоки русского оборонного деревянного зодчества и выполнить научно обоснованные модели этих объектов. Графические реконструкции, представленные в статье, дают возможность заполнить ещё одно белое пятно в архитектурно-градостроительной летописи Красноярска.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Российский государственный военно-исторический архив.* (РГВИА). Ф. 349. Оп. 17. Д. 3966. Л. 1. План с проектом города Красноярска. 1748 г.
2. *Ружжее В.Л.* Красноярск. Вопросы формирования и развития. Красноярск : Книжное изд-во, 1966. 196 с.
3. *Российский государственный военно-исторический архив.* (РГВИА). Ф. 349. Оп. 17. Д. 3967. Л. 1. Профили строений города Красноярска. 1748 г.

4. Царёв В.И., Крушлинский В.И. Красноярск: история и развитие градостроительства. Красноярск : Кларетианум, 2001. 252 с.
5. Горбачёв В.Т., Крадин Н.Н., Крадин Н.П., Крушлинский В.И., Степанская Т.М., Царёв В.И. Градостроительство Сибири / под общ. ред. В.И. Царёва ; Рос. акад. архит. и строит. наук, НИИ теории и истории архит. и градостроит. (НИИТИАГ РААСН). Санкт-Петербург : Коло, 2011. 784 с.
6. Захарченко Е.К., Царёв В.И. Набережная сибирского города: этапы формирования (на примере г. Красноярск) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 5. С. 9–28.
7. Царёв В.И., Царёв В.В. Реконструкция укреплений Енисейского острога 1667 года // Деревянное зодчество: Новые материалы и открытия : сб. научных статей / НИИ теории и истории архитектуры и градостроит-ва. Санкт-Петербург : Коло, 2018. Вып. 6. С. 82–98.
8. Даль В.И. Толковый словарь живого великорусского языка : в 4 т. Т. 2. И–О. Москва : ОЛМА-ПРЕСС, 2002. С. 8.
9. Плаутин С.Г. URL : [https://ru.wikisource.org/wiki/РБС/ВТ/Плаутин, Сергей Гаврилович](https://ru.wikisource.org/wiki/РБС/ВТ/Плаутин,_Сергей_Гаврилович) (дата обращения: 15.04.2019).
10. Государственный архив Красноярского края. Красноярск (ГАКК). Ф. Р-2224. Оп. 1. Д. 12. Проект первой очереди реконструкции Центрального района левобережного Красноярска. Пояснительная записка. 1938 г.

REFERENCES

1. Rossijskij gosudarstvennyj voenno-istoricheskij arhiv [Russian State Archive]. Form 349. List 17. Proc. 3966. P. 1. Plan s prozhektom goroda Krasnojarska [Krasnoyarsk city plan]. 1748. (rus)
2. Ruzhzhhe V.L. Krasnoyarsk. Voprosy formirovaniya i razvitiya [Krasnoyarsk. Formation and development issues]. Krasnoyarsk, 1966. 196 p. (rus)
3. Rossijskij gosudarstvennyj voenno-istoricheskij arhiv [Russian State Archive]. Form 349. List 17. Proc. 3967. P. 1. Profili stroenij goroda Krasnojarska [Building profiles of Krasnoyarsk]. 1748. (rus)
4. Tsarev V.I., Krushlinsky V.I. Krasnoyarsk: Istoria i razvitye gradostroitel'stva [Krasnoyarsk: History and development of town-planning]. Krasnoyarsk: Klaretianum, 2001. 252 p. (rus)
5. Gorbachev V.T., Kradin N.N., Kradin N.P., Krushlinskii V.I., Stepankaya T.M., Tsarev V.I. Gradostroitel'stvo Sibiri [Town planning in Siberia]. St.-Petersburg: Kolo, 2011. 784 p. (rus)
6. Zakharchenko E.K., Tsarev V.I. Naberezhnaya sibirskogo goroda: etapy formirovaniya (na primere g. Krasnojarska) [Embankment of siberian city: stages of formation (Krasnoyarsk case study)]. Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building. 2017. No. 5. Pp. 9–28. (rus)
7. Tsarev V.I., Tsarev V.V. Rekonstrukciya ukreplenij Enisejskogo ostroga 1667 goda [Reconstruction of fortifications of the Yenisei fortress in 1667]. In: Derevyannoe zodchestvo: Novye materialy i otkrytiya. St.-Petersburg: Kolo, 2018. No. 6. Pp. 82–98. (rus)
8. Dal' V.I. Tolkovyj slovar' zhivogo velikorusskogo yazyka [Explanatory dictionary of the living great Russian language], in 4 vol. Moscow: Olma-Press, 2002. V. 2. P. 8. (rus)
9. Plautin S.G. Available: [https://ru.wikisource.org/wiki/RBS/VT/Plautin,Sergej Gavrilovich](https://ru.wikisource.org/wiki/RBS/VT/Plautin,Sergej_Gavrilovich) (accessed April 15, 2019). (rus)
10. Gosudarstvennyj arhiv Krasnojarskogo kraja [Krasnoyarsk State Archive]. Form R-2224. List 1. Proc. 12. 1938. (rus)

Сведения об авторах

Царёв Владимир Иннокентьевич, докт. архитектуры, профессор, Институт архитектуры и дизайна Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82; гл. научный сотрудник, Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства, 111024, г. Москва, ул. Душинская, 9, vits_2004@mail.ru

Царёв Владимир Владимирович, канд. архитектуры, консультант, Министерство строительства Красноярского края, 660075, г. Красноярск, ул. Заводская, 14; ст. научный сотрудник, Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства, 111024, г. Москва, ул. Душинская, 9, tsarev103@yandex.ru

Authors Details

Vladimir I. Tsarev, DSc, Professor, Siberian Federal University, 79, Svobodnyi Ave., 660041, Krasnoyarsk, Russia; Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning, 9, Dushinskaya Str., 111024, Moscow, Russia; vits_2004@mail.ru

Vladimir V. Tsarev, PhD, Consultant, Ministry of Construction of the Krasnoyarsk region, 14, Factory Str., 660075, Krasnoyarsk, Russia; Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning, 9, Dushinskaya Str., 111024, Moscow, Russia; tsarev103@yandex.ru

УДК 72. 035/036

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-53-61

*Ю.В. ПЕТРУСЕНКО,**Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета*

СИНТЕЗ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕКОРА В АРХИТЕКТУРЕ «КИРПИЧНОГО СТИЛЯ» КОНТОРЫ КУПЦА Н.А. ПАНИНА

В статье рассматриваются архитектурно-художественные особенности облика конторы купца Н.А. Панина в г. Ростове-на-Дону. Целью настоящей работы является выявление архитектурно-художественных особенностей конторы купца Н.А. Панина, проведение детального анализа пластики фасадов, в которых прослеживается синтез готического и «псевдорусского» стилей. Здание бывшей конторы Панина располагается в исторической части города, на пересечении старейших улиц – ул. Береговой и пер. Почтового (ныне Островского). Проблемой данного исследования стало выявление особенностей пластического оформления фасадов с использованием композиционных приемов и кирпичного декора, характерных для направления эклектики, сочетающего в пластическом оформлении фасадов зданий мотивы различных стилей. Работа актуальна, т. к. здание недостаточно исследовано на данный момент. Является одним из объектов культурного наследия г. Ростова-на-Дону, создано по проекту Н.М. Соколова, объекты которого формируют историческую часть города.

Ключевые слова: контора; архитектура; синтез; готика; «псевдорусский» стиль; архитектурно-художественные, конструктивные особенности.

Для цитирования: Петрусенко Ю.В. Синтез элементов декора в архитектуре «кирпичного стиля» конторы купца Н.А. Панина // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 53–61. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-53-61

*Y.V. PETRUSENKO**Southern Federal University*

DECORATIVE ELEMENTS IN BRICK STYLE ARCHITECTURE IN N.A. PANIN'S BUILDING

The aim of this work is to identify the architectural and artistic features of A.N. Panin's building and carry out a detailed analysis of plastic facades, which represent a synthesis of gothic and pseudo-Russian styles. The building locates in the historic part of Rostov-on-Don, at the intersection of the oldest streets of the city – Beregovvya and Pochtovyi (now Ostrovskii) streets in Rostov-on-Don. The study identifies the features of plastic facade design using composite techniques and brick decoration, characteristic of eclecticism, which combines different styles in the plastic design of facades. The object has not been studied enough at the moment, although it is one of the cultural heritage objects designed by N. M. Sokolov, whose objects form the historical part of Rostov-on-Don.

Keywords: architecture; synthesis; Gothic; pseudo-Russian style; architectural and artistic design.

For citation: Petrusenko Y.V. Sintez elementov dekora v arkhitekture "kirpichnogo stilya" kontory kuptsa N.A. Panina [Decorative elements in brick style architecture in N.A. Panin's building]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-

stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 53–61.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-53-61

В конце XIX – начале XX в. архитектура Ростова-на-Дону, как и в большинстве городов юга России, достигла завершенности и целостности застройки. Ростов, благодаря своему удачному месторасположению – на перекрестке торговых дорог, в этот период получил бурное развитие. «Центральная часть города Ростова-на-Дону на планировочном уровне сформирована сеткой улиц и проспектов, ориентирующих город вдоль реки Дон. Участки, поделенные на отдельные усадьбы, объединяются в сплошную квартальную застройку» [1, с. 268–270]. Исторически сложилось так, что при проектировании и строительстве Ростова-на-Дону улицы города были проложены параллельно Дону, а переулки, пересекающие улицы и проспекты, перпендикулярно. Спускаясь ближе к Дону, улицы именовались спусками. Называли городские магистрали либо по географическим признакам, либо по именам православных святых, либо по именам знаменитых россиян [2].

В центре города находились многочисленные дома и конторы купцов. Настоящая статья посвящена изучению архитектурно-художественных особенностей облика конторы купца Н.А. Панина, анализу элементов декора его фасадов. Актуальность работы обусловлена недостаточной изученностью данного здания, являющегося одним из объектов культурного наследия г. Ростова-на-Дону, объектом творчества архитектора Николая Матвеевича Соколова, постройки которого формируют историческую часть города и являются объектами охраны. Исследование предпринято с целью заполнения недостающих деталей и создания более подробной и целостной картины рассматриваемого объекта. Целью данной работы является рассмотрение и изучение архитектурно-художественных особенностей конторы купца Н.А. Панина, проведение детального анализа, исследование особенностей готического и «псевдорусского» стилей и применение характерных элементов на рассматриваемом объекте. Метод исследования основан на поисках в архиве комитета по охране памятников Ростовской области, фотофиксации объекта, натурном исследовании, изучении общей и специальной литературы.

Рассматриваемое здание связано с именем купца первой гильдии Николая Алексеевича Панина – «гвоздильного короля» Ростова, потомственного почетного гражданина города. Н.А. Панин принадлежал к довольно многочисленной староверческой общине Ростова [2, с. 6].

Набережная к концу XIX в. во время навигации представляла собой самое оживленное место Ростова, здесь находились корпуса хлебных амбаров, склады железа, меди и скобяного товара, каменного угля, лесные биржи, таможня, биржи по торговле рыбой и многое другое. Здесь же была проложена товарная ветка Юго-Восточной железной дороги, что было удобно для погрузки-выгрузки товара [2].

Здание бывшей конторы Панина располагается в исторической части Ростова-на-Дону (рис. 1, 2) на пересечении старейших улиц города – ул. Береговой и пер. Почтового (ныне Островского), в квартале, ограниченном с юга ул. Береговой, с запада – пер. Островского, с севера – ул. Тургеневской, с во-

стока – пер. Халтуринским. Застройка квартала представлена разнородными по стилистике, композиционному решению и архитектурной пластике фасадов зданиями.



Рис. 1. Контора купца Н.А. Панина [3]. Вид с ул. Береговой. Фото Ю.В. Петрусенко, 2018 г.



Рис. 2. Контора купца Н.А. Панина. Вид с пер. Халтуринского. Фото Ю.В. Петрусенко, 2018 г.

По своей типологии и первоначальному назначению здание относится к строениям конторского типа [2, с. 7]. Здание конторы предположительно построено в конце XIX в., точной даты нет, но известно, что это одно из первых зданий по проекту Николая Матвеевича Соколова, который был городским архитектором в этот период (1887–1906 гг.). Натурное обследование показало, что

стены данного объекта выполнены из красного кирпича старого образца на сложном растворе. Архитектурно-художественный облик представлен двумя ярко выраженными парадными фасадами – южным, обращенным на ул. Береговую (рис. 3), и восточным, обращенным на пер. Халтуринский (рис. 4) [4]. В их оформлении использованы композиционные приемы и архитектурный декор, характерные для эклектики – архитектурного направления, сочетающего в пластическом оформлении фасадов зданий мотивы разных архитектурных стилей.



Рис. 3. Контора купца Н.А. Панина [3]. Вид с ул. Береговой. Фото Ю.В. Петрусенко, 2018 г.



Рис. 4. Контора купца Н.А. Панина. Вид с пер. Халтуринского. Фото Ю.В. Петрусенко, 2018 г.

«Для эклектики накладной декор, заимствуемый из архитектуры древних времен и компоновемый в соответствии с определенными принципами, – основа основ системы стиля» [5, с. 35]. Эклектика отличается переусложненностью, а иногда и «механическим» смешением архитектурных форм различных стилей. Постройки эклектики в городах Юга России отличаются «многообразием стилей», широким применением имитации форм и материалов. В 1870–1890-е гг. свое развитие получает «бесстилевая» архитектура, или архитектура «кирпичного стиля». В городах Юга России конца XIX в. «кирпичный стиль» стал определяющим в строительстве. «Новаторство “кирпичного” стиля паллиативно, он тоже – эклектика. Художественность для него остается синонимом украшения» [Там же, с. 165]. Эклектика проявила себя в двух формах – это эклектизм и стилизаторство. По словам Е.А. Кириченко, «...“эклектика” – часто отождествляется или путается с “эклектизмом” – одной из двух ее ипостасей (второй было “стилизаторство”)...» [Там же, с. 38]. Отличие эклектизма в том, что на фасадах здания сочетаются формы, заимствованные из различных стилей, а стилизаторство, наоборот, предполагает выдержанность форм определенного стиля в пределах одного элемента – фасада, интерьера. «Стилизаторство – столь же характерное проявление равнозначности эклектики, как и эклектизм. Если фасад одного дома выдержан в “русском” стиле, то другой может быть “готическим”, “мавританским”, “китайским”, “венецианским” – любым» [Там же]. Стилизаторство характерно для строительства дворцов, музеев, театров, а эклектизм получил распространение в массовом строительстве – доходных домах, школах, больницах и др. В большинстве зданий эклектического направления архитекторы активно работают с формой силуэта объекта, для чего применяют крыши сложной конфигурации, используя в композиции башни и шатровые покрытия [1]. Ведущим художественным средством стиля стала архитектурно-декоративная пластика фасадов зданий, которые выполнялись в основном из красного кирпича. Пластика и рельефность фасадов создавались за счет выступов ступенчатости кладки, частичного скругления краев кирпича. К концу XIX – началу XX в. архитекторы применяют сочетание форм нескольких стилей. В декорировании многих домов используется сочетание готики, барокко, классицизма, ренессанса. Построек, выдержанных в формах одного стиля, в этот период практически нет.

В данном исследовании рассматривается здание конторы купца Н.А. Панина, выполненное в «кирпичном стиле», характерном для направления эклектики, сочетающего в пластическом оформлении фасадов зданий мотивы таких архитектурных стилей, как готика и «русский» стиль. «Русский» стиль – условное общее наименование нескольких различных по своим идейным истокам эклектических направлений в русской архитектуре XIX – начала XX в., основанных на использовании традиций древнерусского зодчества и народного искусства, а также ассоциируемых с ними элементов византийской архитектуры. Термины, обозначающие направление в русской архитектуре второй половины XIX – начала XX в., связанное с поиском самобытного национального стиля, до сих пор неточны, а отдельные явления, существовавшие в рамках этого направления, не дифференцированы [6]. Одним из пер-

вых течений, возникших в рамках «псевдорусского» стиля, является зародившийся в 1830-е гг. «русско-византийский стиль» в архитектуре церквей. Другому направлению псевдорусского стиля, возникшему под влиянием романтизма и славянофильства, характерны постройки, использующие произвольно истолкованные мотивы древнерусской архитектуры [7].

«Псевдорусский стиль представляет собой архитектурное течение в России в XIX–XX вв. Преобладающими элементами здесь становятся традиции зодчества и народного творчества» [8]. В начале XX в. вся совокупность явлений в архитектуре XIX в., связанная с поиском русской национальной самобытности, стала называться «псевдорусский» стиль, этот термин был введен В.Я. Курбатовым [9] и был противопоставлен «неорусскому стилю» [8]. Е.И. Кириченко считала, что «русский» стиль («псевдорусский») является одним из архитектурных течений эклектики, а «неорусский» стиль как направление модерна [7]. «Псевдорусский» стиль является общим определением различных направлений историзма в русской архитектуре XIX – начала XX в. Он основывается на древнерусском зодчестве и народном искусстве [10]. Псевдорусский стиль возник по причине возросшего интереса к национальной архитектуре. Данный стиль демонстрирует интерпретацию и стилизацию русского архитектурного наследия. Можно отметить и способность стиля к слиянию. Он легко сочетался с другими архитектурными стилями, например готикой, псевдоготикой или модерном [Там же].

«Псевдорусский» стиль имеет свои характерные черты, по которым его определяют. Преобладающие цвета данного стиля – бежевый, белый и красный. Крыши высокие шатровые, с двумя скатами. Строгие вертикальные и горизонтальные линии, изредка дополняющиеся плавными изгибами. Форма зданий в основном представлена множеством разных объемов. Оконные проемы мелкие, но частые, преобладают прямоугольные формы. Иногда закругляются сверху [8]. Для пластики фасада характерно применение лопаток (простых и двойных), арочных поясов, поясов ниш, стрельчатых порталов, бровок над окнами, композиций «двойных» и «тройных» окон, аркатурных поясов [11].

Архитектурный стиль готика зародился во Франции и получил распространение по всей Западной Европе в период с конца XII по начало XVI в. [12]. Для готики характерны вертикальные линии, подчёркивающие возвышенность и красоту созданных сооружений. Здания, возведённые в стиле готика, отличаются монументальностью, изобилием прямых линий, стремящихся ввысь, подчеркивая вертикаль [13], что прослеживается на фасадах рассматриваемого объекта конторы купца Н.А. Панина. Декору готического стиля присущи высокие колонны, башни, продолговатые арки и фасады с резьбой, арки в форме стрел, своды, идущие вверх в форме дуг и крестов [14]. В рассматриваемом здании декор готики не прослеживается, основной упор на изобилие прямых вертикальных линий, стремящихся вверх, придающих зданию монументальность и строгость.

Характерные черты «псевдорусского» и готического направления можно проследить в здании конторы купца Н.А. Панина. В единой композиции фасадов доминируют слабо выступающие раскреповки, завершённые тре-

угольными фронтонами, создающими своеобразный силуэт здания, подчеркивая его вертикаль, что характерно для готики. Края раскреповок и простенки второго этажа оформлены лопатками и каплевидными вставками в верхней части и декоративными кронштейнами над междуэтажной тягой, что является характерной особенностью пластики фасадов «псевдорусского» стиля. Масивность нижнего этажа достигается горизонтальной рустовкой и прямоугольными широкими с дугообразным верхом проёмами с декоративными замками. Узкие прямоугольные высокие окна, сдвоенные по крайним раскреповкам, обрамлённые кирпичным декором, – один из элементов, характерных для «псевдорусского» стиля. Архитектурно-художественный облик здания сформирован междуэтажным и подоконным поясами, полуколоннами с капителями кубышками (это древнерусский декоративно-конструктивный элемент в виде массивного короткого столба) и декоративными архивольтами, придающими акцент сдвоенным окнам. Фризовый пояс, карниз, подоконные вставки и ниши второго этажа, строенные полуциркульные филёнки на щипцах раскреповок также формируют облик здания [3]. Цвета, использованные при оформлении фасадов, красный и белый, что является характерным для «псевдорусского» стиля.

Несмотря на небольшую высоту (два этажа), здание конторы воспринимается ярко, выделяясь в застройке квартала пропорциональностью форм и рельефностью архитектурного декора, гармоничным сочетанием отдельных архитектурных деталей фасада [2, с. 7]. Исследуемый объект является памятником последней четверти XIX в. – интересный образец промышленного здания, одна из немногих сохранившихся построек ростовского порта. Ближайшее окружение объекта культурного наследия формирует застройка различного функционального назначения, возведённая в более поздний период развития города. Объемно-пространственная структура замещена высотной современной застройкой, историческая застройка сохранилась лишь в северной части квартала [Там же, с. 7–8].

Результаты исследования

1. При изучении архитектурно-художественного облика конторы купца Н.А. Панина, построенной по проекту городского архитектора Николая Матвеевича Соколова, на основании проведенного анализа архитектурно-художественных особенностей были выявлены характерные черты «псевдорусского» и готического стилей. Фасады здания по стилистике однородны, решены в «кирпичном стиле», характерном для периода конца XIX – начала XX в. в творчестве архитектора Соколова. Этому периоду присуще смешение архитектурных форм различных стилей в пластике фасадов для достижения большей художественной выразительности.

2. В единой композиции фасадов конторы купца Н.А. Панина доминируют слабо выступающие раскреповки, завершённые треугольными фронтонами, создающими своеобразный силуэт здания, композиционно стремящийся вверх, создавая вертикаль, подчеркивая прямые линии пластики фасадов, что характерно для готики. Форма крыши с выступающими треугольными фронтонами – один из характерных элементов «псевдорусского» стиля.

3. Пластика и рельефность фасадов конторы купца Н.А. Панина создавалась за счет выступов ступенчатости кладки, частичного скругления краев кирпича, членения фасада плоскими вертикальными пилястрами.

4. На плоскости фасадов – преобладание строгих вертикальных и горизонтальных линий, изредка с плавными изгибами, что является одной из характерных особенностей «псевдорусского» стиля.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что архитектурно-художественному облику конторы купца Н.А. Панина присущ синтез элементов декора стиля готика и «псевдорусского» стиля в рамках эклектики, что было характерно для конца XIX – начала XX в. в постройках Юга России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Есаулов Г.В. Архитектура Юга России: от истории к современности. Очерк. Москва : Архитектура-С, 2016. 568 с.
2. *Акт государственной историко-культурной экспертизы проекта зон охраны объекта культурного наследия регионального значения «Контора Н.А.Панина»* (г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 17/1, пер. Островского, литер А).
3. *Улица Береговая* // Ростовские улицы : исторический справочник / сост. М.Б. Мартиросова ; Донская государственная публичная библиотека. Ростов-на-Дону, 2018. URL : <http://www.donvrem.dspl.ru/archPlaceArtText.aspx?pid=12&id=2773> (дата обращения: 10.10.2018).
4. *Охранное обязательство № 189-14 на объект культурного наследия регионального значения «Контора Н.А. Панина, 1880-е гг.»* от 3.09.2014 г.
5. Кириченко Е.И. Русская архитектура 1830–1910-х годов. Москва : Искусство, 1982. 399 с.
6. Борисова Е.А. Русская архитектура второй половины XIX века. Москва : Наука, 1979. 320 с.
7. Кириченко Е.И. Русский стиль: Поиски выражения национальной самобытности. Народность и национальность. Традиции древнерусского и народного искусства в русском искусстве XVIII – нач. XX в. Москва : Галарт : АСТ, Б. г. [1997]; Кириченко Е.И. Русская архитектура 1830–1910-х годов. Москва : Искусство, 1978. 399 с.
8. Соловьев А. Псевдорусский стиль, его характерные черты и особенности развития. URL : <http://fb.ru/article/220276/psevdorusskiy-stil-ego-harakternyie-chertyi-i-osobennosti-razvitiya> (дата обращения: 26.11.18).
9. Курбатов В.Я. О русском стиле для современных построек // Зодчий. 1910. № 30. С. 311.
10. Блохина И. Псевдорусский стиль; Архитектура: Всемирная история архитектуры и стилей. Москва : АСТ, 2014. 400 с.
11. Раппопорт П.А. Зодчество Древней Руси. Ленинград : Наука, Ленинградское отделение, 1986.
12. *Всеобщая история искусств*. Т. 2. Москва : Искусство, 1960.
13. *Готический стиль в архитектуре*: описание и фотопримеры. URL : <https://rehouz.info/goticheskij-stil-v-arxitekture> (дата обращения: 20.10.2018).
14. *Томан Рольф, Беднорц Ахим*. Готика. Архитектура. Скульптура. Живопись / пер. А. Блейз. Москва : Konemann, 1998, 2000.

REFERENCES

1. Esaulov G.V. Arkhitektura Yuga Rossii: ot istorii k sovremennosti [Architecture of Southern Russia: from history to the present]. Moscow: Arkhitektura-S, 2016. 568 p. (rus)
2. *Akt gosudarstvennoi istoriko-kul'turnoi ekspertizy proekta zon okhrany ob'ekta kul'turnogo naslediya regional'nogo znacheniya "Kontora N.A.Panina"* (g. Rostov-na-Donu, ul. Beregovaya, 17/1, per. Ostrovskogo, liter A) [Act of state historical and cultural examination of the cultural heritage object N.A. Panin's building in Rostov-on-Don]. (rus)

3. Martirosova M.B. Ulitsa Beregovaya. Rostovskie ulitsy: istoricheskiy spravochnik [Beregovaya street In: Rostov streets: historical reference book]. Available: www.donvrem.dspl.ru/archPlaceArtText.aspx?pid=12&id=2773 (rus)
4. *Okhrannoe obyazatel'stvo N 189-14 na ob"ekt kul'turnogo naslediya regional'nogo znacheniya 'Kontora N.A.Panina, 1880-e gg.' ot 3.09.2014 g* [Security obligation N 189-14 of 03.09.2014 for N.A. Panin's building, the cultural heritage object of the regional value, the 1880s]. 2014. (rus)
5. Kirichenko E.I. Russkaya arkhitektura 1830–1910-kh godov [Russian architecture in 1830–1910]. Moscow: Iskusstvo, 1982. 399p. (rus)
6. Borisova E.A. Russkaya arkhitektura vtoroi poloviny XIX veka [Russian architecture of the 19th century]. Moscow: Nauka, 1979. 320 p. (rus)
7. Kirichenko E.I. Russkii stil': Poiski vyrazheniya nats. samobytnosti. Narodnost' i natsional'nost'. Traditsii drevnerusskogo i narodnogo iskusstva v russkom iskusstve XVIII – nach. XX v. [Russian style: a search for national originalities. Traditions of old Russian and folk art in the 18th and early 20th centuries]. Moscow: Galart, AST, 1997. (rus)
8. Soloviev A. Psevдорусский стил', ego kharakternye cherty i osobennosti razvitiya [Pseudo-Russian style, its characteristics and development]. Available: <http://fb.ru/article/220276/psevдорусский-стил-ego-kharakternye-cherty-i-osobennosti-razvitiya> (rus)
9. Kurbatov V.Y. O russkom stile dlya sovremennykh postroek [Russian style of modern buildings]. *Zodchii*. 1910. No. 30. P. 311. (rus)
10. Blokhina I. Psevдорусский стил'. Arkhitektura: Vsemirnaya istoriya arkhitektury i stilei [Pseudo-Russian style. Architecture: world history of architecture and styles]. AST, 2014. 400 p. (rus)
11. Rappoport P.A. *Zodchestvo Drevnei Rusi* [Architecture of ancient Russia]. Leningrad: Nauka, 1986. (rus)
12. *Vseobshchaya istoriya iskusstv. Tom 2* [Universal art history], vol. 2. Moscow: Iskusstvo, 1960. (rus)
13. *Goticheskii stil' v arkhitekture: opisanie i foto-primery* [Gothic style in architecture]. Available: <https://rehouz.info/goticheskij-stil-v-arkhitekture> (rus)
14. Rolf Toman, Achim Bednorz. Gothic. Architecture. Sculpture. Painting. Konemann, 1998.

Сведения об авторе

Петрусенко Юлия Викторовна, аспирант, Академия архитектуры и искусств Южно-го федерального университета, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42, miss.smiyukha21@yandex.ru

Author Details

Yuliya V. Petrusenko, Research Assistant, Southern Federal University, 75, Gorky Str., 344082, Rostov-on-Don, Russia, miss.smiyukha21@yandex.ru

УДК 725.56

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-62-75

*Д.А. БЕЛОВА, Е.И. СЕМЕНЧЕНКО,
Институт архитектуры и дизайна
Сибирского федерального университета*

АРХИТЕКТУРНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП, ОСТАВШИХСЯ НА СОЦИАЛЬНОМ ПОПЕЧЕНИИ

Во всех странах мира существует множество социальных проблем. Одной из наиболее важных является проблема брошенных людей, оставленных на социальное попечение. В основном это те, которые не могут сами о себе позаботиться: дети и пожилые люди. На сегодняшний день существуют дома престарелых и детские дома различных типов. Однако данный подход к решению проблемы не отвечает современным требованиям к уровню жизни. Поэтому необходимо изменение такого уклада жизни людей. В современной России остро стоит вопрос разобщенности населения, с архитектурной точки зрения это проявляется в необходимости построения пространств контакта и коммуникации. Изменение подхода к решению проблемы в ближайшем будущем не только поможет решить ряд социальных проблем, но и позволит сформировать новый тип социального пространства.

Целью работы является выявление структуры развития социальных пространств жизнедеятельности для нескольких поколений людей, оставшихся на социальном попечении.

Относительно материалов и методов исследования основывается на теоретических и практических данных о формировании социальных пространств, на анализе структуры и потребностей городов, которые позволяют сделать вывод о возможной структуре развития социальных пространств на территории России.

В результате на территории Российской Федерации не было выявлено наличие социальных пространств жизнедеятельности для нескольких поколений. Проведён социально-экономический анализ для последующего создания моделей развития социальных пространств.

Теоретические обоснования иллюстрируют необходимость изучения данной проблемы и путей для ее решения. На основании представленной информации выявлены современные тенденции в организации социальных пространств. Даются общие рекомендации по подходу внедрения новых социальных пространств жизнедеятельности в городскую структуру городов.

Ключевые слова: архитектура; современная среда; социальные учреждения; разные поколения; архитектурное пространство.

Для цитирования: Белова Д.А., Семенченко Е.И. Архитектурное формирование социального пространства жизнедеятельности для людей разных возрастных групп, оставшихся на социальном попечении // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 62–75.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-62-75

*D.A. BELOVA, E.I. SEMENCHENKO,
Siberian Federal University*

ARCHITECTURAL EXEMPLIFICATION OF SOCIAL SPACE FOR DIFFERENT AGE GROUPS ON SOCIAL WELFARE

Purpose: The aim of this work is a study of the existing structure of social buildings in the Russian Federation and determination of the main directions of social space development for

several generations on social welfare. A number of social problems is discussed as well as the improvement of living conditions of poor people on social welfare due to modernization of the existing social building typology. A new structure of social building development is proposed for several generations on social welfare. **Design/methodology/approach:** The development of the social space structure for several generations is based on the data collection. Theoretical and practical studies include the existing experience of social buildings formation for younger and older generations as well as the experience of creating living environment for several generations in common. Apart from the analysis of the existing experience, a socio-economic analysis is conducted, which will determine further demands for investigations of the issue. **Research findings:** It is shown that the problem of interest is underexplored, especially in the Russian Federation. However, the research findings in the field and related fields demonstrate the suppositions of the social space exemplification for several generations on social welfare. The problem of lonely people on social welfare, a lack of unity and understanding between people are the most important problems in the modern society. Thus, from the architectural viewpoint, it is crucial to build a social space for communication and interaction of people in the Russian Federation. **Practical implications:** The research results will assist in the formation of a new type of social buildings which will be further designed and constructed in the cities of Russia. The structure of social buildings will consist of subtypes depending on the needs discovered. The needs of people who live in a specified area will contribute to the formation of the functional structure. In this lies the potential to create the structure which will lead to the implementation of certain stages in the social buildings construction. **Originality/value:** It is possible to determine and rationalize basic principles of social space exemplification for several generations. The proposed strategy can be used to create a social space for several generations in cities of Russia. However, the process will be unique for every single area. The basic steps of the social space development are shown for several generations. The detailed analysis will allow using these steps to solve the problems posed. As there is a variety of factors in the social buildings formation which influence the existing stages, it is essential to study them. This will lead to eliciting some stages and modernization, or using just one of the stages, according to a structural scheme of a certain area. Finally, this research is a tool for further strategy development. The research results will help lonely people to find a family and, secondly, become meaningful members of the society. Moreover, it will provide them with comfortable accommodation.

Keywords: architecture; modern environment; social building; several generations; architectural space.

For citation: Belova D.A., Semenchenco E.I. Arkhitekturnoe formirovanie sotsial'nogo prostranstva zhiznedejatel'nosti dlya lyudei raznykh vozrastnykh grupp, ostavshikhsya na sotsial'nom popечenii [Architectural exemplification of social space for different age groups on social welfare]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 62–75.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-62-75

Введение

Социальные учреждения для одиноких людей, оставшихся без семьи, играют важную роль в социокультурном пространстве любой городской среды. Их основной функцией является не только обеспечение комфортного проживания людей разных возрастов, но и организация развития и досуга этих людей. Социальные учреждения оказывают существенное влияние на уровень жизни горожан и города в целом, поскольку являются показателем качества жизни одиноких людей, а также местом раскрытия и реализации их потенциала. Одинокие люди, оставшиеся на социальном попечении, и одинокие люди, у которых есть возможность позаботиться о себе самим, составляют

немалую часть населения современных городов, поэтому их жизнь напрямую влияет на показатели жизни в городе в целом.

Целью настоящей работы является разработка структуры развития социальных пространств жизнедеятельности для нескольких поколений людей, оставшихся на социальном попечении. Для достижения этой цели необходимо решить ряд поставленных задач:

- 1) изучение практического и теоретического опыта по формированию пространств жизнедеятельности для младшего и старшего поколения;
- 2) проведение социально-экономического анализа;
- 3) разработка моделей социального пространства жизнедеятельности для нескольких поколений людей, оставшихся на социальном попечении, в структуре города.

Методы

1. Теоретический и практический опыт формирования пространств жизнедеятельности для младшего и старшего поколения.

Высокий уровень сложности и многогранность объекта исследования затрагивают большой ряд проблем. Одной из наиболее важных является отсутствие семейных отношений у людей, оставшихся на социальном попечении. В методологическую базу исследования вошли труды не только архитекторов, но и социологов, философов.

Прежде всего, необходимо отметить исследования С.А. Беличевой [1], В.И. Жукова [2], Г.И. Осадчей [2], Г.И. Ефремовой [2], Т.Ф. Золотаревой [2], А.В. Носковой [2], посвященные изучению взаимоотношений между людьми и формированию специфики организации социальной работы. На основании анализа и наблюдения за одинокими людьми в социальных учреждениях были разработаны стратегии развития отношений между людьми, находящимися на социальном попечении, и социальными работниками. Исследования проводились для установления взаимопонимания и улучшения состояния одиноких людей.

При изучении проблем организации жизненного пространства в начале XXI в. был рассмотрен ряд исследований, направленных на выявление объемно-пространственной структуры среды для жизнедеятельности, способной создавать условия для адаптации одиноких пожилых людей и детей в современном мире: А.С. Гришкиной под руководством С.А. Дектерева [3]; Л.Г. Курачевой, Л.А. Юрьевой [4]. Было выявлено, что социальное учреждение для жизнедеятельности одиноких людей должно быть небольшим по составу, численностью 15–50 человек. Также предлагают создание учреждений типа домов милосердия, куда обращаются за помощью на определенный период. Нуждающиеся люди должны иметь возможность включения в трудовую деятельность и общения с другими людьми из домашних условий, которые тоже оказались в трудном положении.

На конференции «Социальная защита детей и молодежи в современной России» были опубликованы научные труды Е.А. Кудиновой, М.В. Синельниковой, посвященные проблеме одиночества детей, оставшихся без попечения родителей. Для решения данной проблемы было предложено развивать существующее на начальном этапе в России волонтерское движение, которое поз-

волит свести к минимуму недостатки в подготовленности людей к оказанию помощи нуждающимся, а также удовлетворить потребности в самореализации и обеспечить новыми знакомствами [5].

Н.Д. Потенко был проведен ряд исследований, выявляющий: увеличение особой категории населения, находящейся в зоне социального риска, необходимость пересмотра типологической структуры и функционально-планировочной организации учреждений для них [6]. Также представлен обзор специализированных зданий для детей, оставшихся на социальном попечении, и выявлены отличия в их типологической структуре [7].

Практический опыт формирования пространств жизнедеятельности для младшего и старшего поколения был анализируем ранее в статье «Опыт архитектурного формирования современной среды жизнедеятельности для нескольких поколений людей, оставшихся на социальном попечении» [8]. Также в этой статье были сформулированы выводы о современных тенденциях в проектировании социальных учреждений.

В большинстве случаев при проектировании социальных пространств акцент делается на архитектурном образе зданий, в то время как само пространство остается не приспособленным для людей. Наблюдается тенденция к формированию пространств механическим набором помещений, включающих досуг, заботу о здоровье и проживание. Данные пространства формируются с применением сложных планировочных структур и декоративных приемов, которые являются нецелесообразными для организации жизнедеятельности. Чтобы этого избежать, необходимо учитывать, например, процесс старения пожилых людей, отражая это в архитектурно-планировочных решениях. Ин Сюй в своем исследовании [9] анализирует среду жизнедеятельности для пожилых людей и предлагает ее модернизировать за счет упрощения, учитывая их особенности, и увеличения взаимодействия с окружающей средой.

Сара Нетлтон, Кристина Бьюз, Дэрил Мартин в своем исследовании также изучают взаимодействие пожилых людей с архитектурными пространствами [10]. Они считают, что архитектура меняет поведение людей, поэтому именно архитекторы формируют жизнь людей. При изучении современных подходов к проектированию было установлено, что при учете потребностей людей, особенностей их поведения и возрастной группы можно способствовать их развитию. Также они провели исследование, в котором анализируют влияние возрастных изменений на поведение человека [11]. Авторы делают вывод о том, что забота об этих людях должна отражаться в реорганизации пространства социальных учреждений. Учитывая собственные исследования и накопленный теоретический опыт, в работе [12] они предлагают концепцию персонализации жилого пространства для одиноких людей, чтобы способствовать их индивидуальному развитию.

Также взаимосвязь архитектурного пространства и людей отмечена Катариной Норд в исследовании [13]. Она тоже приходит к выводу о том, что необходимо учитывать возрастные потребности людей, отражая это в архитектурно-планировочных решениях.

А. Эйкленбум, Х. Вербик, Э. Феликс, Дж. ван Хоф, проанализировав факторы, влияющие на формирование среды для жизни, разработали метод

интеграции их в функционально-планировочные решения [14]. Изучив варианты проживания людей различных возрастов друг с другом, они разработали стратегию развития пространства для жизни для каждого из вариантов.

Каролина Крипнерова, изучая роль архитектуры в интеграции одиноких людей в современное общество, пришла к выводам, что подход к проектированию должен быть комплексным: экономичным, экологичным и социально-культурным [15]. Наиболее важной проблемой является то, что социально-культурными аспектами пренебрегают, от чего и формируются проблемы интеграции одиноких людей в общество. В своем исследовании она предлагает, как можно избежать данной ситуации.

Также стоит отметить исследование Цзин Фан, Дай Биан, Чжи Чжэн, Линды Беушер, Пола А. Ньюхаус, Лорейн С. Мион, Ниланджан Саркар в области модернизации социальных пространств путем применения современных технологий [16]. Это значительно упрощает взаимодействие людей любых возрастов с современным пространством, позволяет им быстро адаптироваться к нему.

Необходимо отметить, что проблемы и особенности формирования социального пространства жизнедеятельности для нескольких поколений остаются малоизученными, данный факт подтверждает небольшой опыт в области проектирования социальных учреждений для нескольких поколений. До настоящего момента в основном затрагивались вопросы формирования пространственной среды для жизнедеятельности каждого из социально незащищенных поколений в отдельности.

2. Социально-экономический анализ.

Согласно данным Росстата, на основе анализа возрастной структуры населения России в период с 1974 по 2018 г. с предполагаемым прогнозом до 2030 г. было выявлено, что происходит снижение численности людей в возрасте 0–18 и 19–64, в то время как численность людей в возрасте 65+ значительно увеличивается. Таким образом, происходит старение нации, и возникает острая необходимость в развитии учреждений для проживания людей в возрасте. Самым распространенным местом проживания для этих людей являются социальные учреждения. Однако не все из них отвечают современным требованиям к уровню жизни.

Также, по данным Росстата, одной из важных тенденций является уровень занятости населения людей возраста 65+ различными видами деятельности. К таким видам деятельности можно отнести работу, заботу о близких людях, спорт, досуговые мероприятия. Данное явление в первую очередь демонстрирует готовность пожилых людей к установлению контакта с другими возрастными группами.

В связи с этим был проведен социологический опрос среди жителей г. Красноярска. В опросе приняло участие 420 человек. После его проведения было выявлено, что 95 % людей не только считают проблему одиночества одной из наиболее важных, но и полагают неприемлемым проживание одиноких людей в существующих социальных учреждениях. Также было отмечено, что 67 % из них не знают о современных тенденциях развития социального пространства для жизнедеятельности нескольких поколений вместе.

В первую очередь данное социальное пространство необходимо для двух возрастных групп (0–18, 65+) людей, проживающих в социальных учреждениях основного ухода, которым не нужен специализированный медицинский уход. Поскольку на первых этапах внедрения социальных пространств для нескольких поколений будет меняться осознание людей, которым необходимо здраво оценивать ситуацию. Эти группы были отмечены по причине того, что в этом возрасте больше всего социально уязвимых людей, не способных позаботиться о себе самостоятельно. Также на основе накопленного теоретического опыта выявлено, что люди возраста 19–64 считаются работоспособными, могут сами о себе позаботиться, поэтому у большинства из них отсутствует время на иную деятельность, в то время как у группы людей 65+ свободное время составляет 70–90 %. А для группы возраста 0–18 нужна забота, уход, воспитание, что требует большего количества времени.

С другой стороны, данный контакт необходим власти по причине того, что его установление между одинокими людьми и приобщение их к городской жизни повлияют на уровень качества жизни населения в целом, образуя при этом единое общество без социальных распадов.

Результаты

На основе анализа практического опыта формирования социальных пространств жизнедеятельности, теоретических и научно-исследовательских разработок в этой области, а также социально-экономических составляющих данного вопроса были сделаны выводы об основных потребностях людей разных поколений и факторах, которые необходимо учитывать в проектировании. Удовлетворение указанных потребностей можно осуществлять различными способами.

Для этого разработаны различные типы моделей социального пространства, предполагающие развитие в несколько этапов. Поэтапное развитие происходит вследствие того, что каждый населенный пункт имеет свои, присущие именно ему параметры. Поэтому только после глубокого анализа региона, его жителей, их потребностей можно сделать вывод о стратегии развития социальных учреждений в данном населенном пункте. Вследствие этого будет выработан индивидуальный план развития. А данные модели являются разработанным инструментом, с помощью которого станет возможным внедрение социального пространства жизнедеятельности для нескольких поколений в населенные пункты. При этом, вне зависимости от выбранной стратегии развития, каждая модель будет направлена на создание новой комфортной среды для жизни, несмотря на различия по типологии и структуре.

МОДЕЛЬ № 1

Основная особенность модели в том, что предполагается раздельное проживание одиноких детей и пожилых людей. Но им предоставляется возможность на добровольной основе проводить время вместе, тем самым организовывая свой досуг. Это обусловлено тем, что общество с существующими устоями и традициями не так просто изменить. Невозможно создать определенного типа комплекс, поселить в него одиноких людей и заставить их жить там всем вместе. Чтобы эффективно продемонстрировать людям возмож-

ность контакта с другим поколением, необходимо создать для этого всевозможные условия.

Модель № 1.1 – первый этап в развитии пространств жизнедеятельности для нескольких поколений (рис. 1).

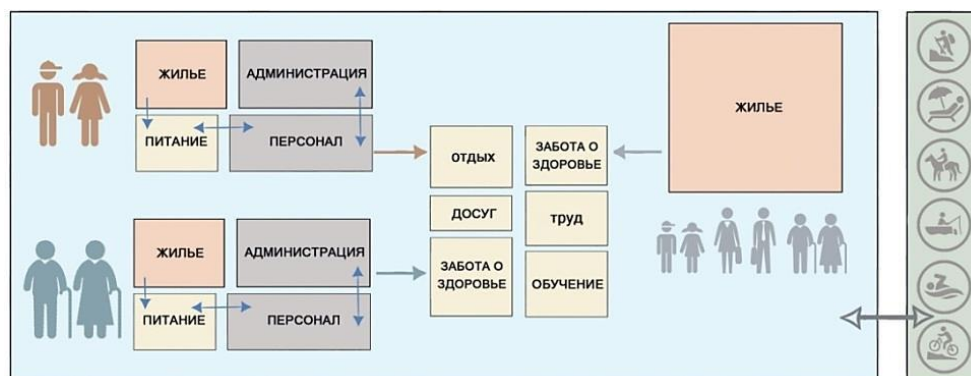


Рис. 1. Структура модели № 1.1

Это будет одна из наиболее простых, в экономическом плане, модель среды, организующей совместный досуг для людей разных возрастов. Она не предполагает существенных изменений в сети социальных учреждений городов. Будут использованы существующие досуговые здания и комплексы, являющиеся частью общественных структур городов. Одиноким дети и пожилые люди будут проживать в существующих социальных учреждениях раздельно друг от друга. Им будет только предоставлена возможность посещать различные досуговые учреждения города наравне с обычными людьми, проживающими в городе. Это будет конкретное место, где взрослые и дети различных возрастов, одинокие и неодиноким, вне зависимости от места проживания, будут собираться для того, чтобы осуществлять разные виды деятельности, начиная с организации досуга, заканчивая организацией трудовой и учебной деятельности.

Основная цель создания такого учреждения, прежде всего, заключается в необходимости установить контакт и выявить общие интересы.

Модель предполагает свое развитие в системе городской структуры. Учреждение не должно быть большой вместимости, т. к. это может повлиять на основную цель его создания. Поэтому оно должно иметь статус районного значения, создавая таким образом определенную сеть досуговых клубов по всему городу. Наиболее рациональным будет расположить их в жилых кварталах города, обеспечивая легкую доступность для людей.

Модель № 1.2 – второй этап в развитии пространств жизнедеятельности для нескольких поколений (рис. 2).

Эта модель является более сложной (относительно модели № 1.1) в экономическом плане, т. к. она предполагает создание нового типа досугового комплекса в системе социальных учреждений городов. Одиноким дети и пожилые люди также будут проживать в существующих социальных учрежде-

ниях, отдельно друг от друга. Однако им будет предоставлена возможность посещать, наряду с другими досуговыми учреждениями города, новый тип досугового комплекса для нескольких поколений наравне с обычными людьми, проживающими в городе. Это будет конкретное место, где взрослые и дети различных возрастов, одинокие и неодинокое, вне зависимости от места проживания, будут целенаправленно собираться для того, чтобы осуществлять разные виды деятельности вместе, начиная с организации досуга, заканчивая организацией трудовой и учебной деятельности.

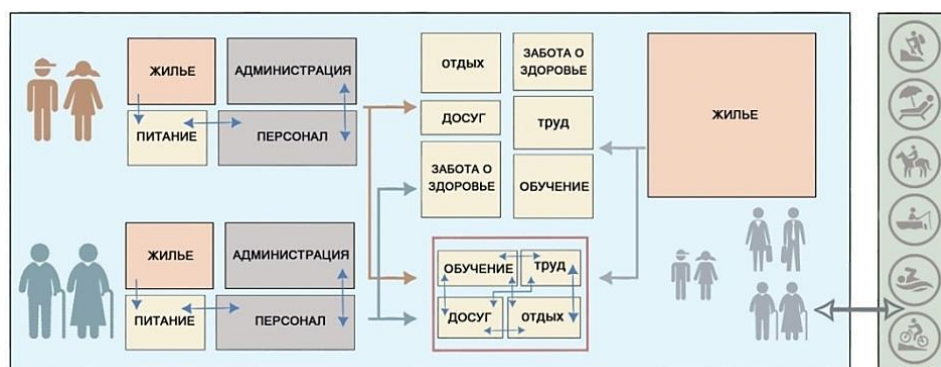


Рис. 2. Структура модели № 1.2

Основная цель создания такого учреждения, прежде всего, заключается в необходимости поддержать и закрепить установленный контакт и выявленные общие интересы.

Если в предыдущей модели предполагается, что люди через общие интересы приобретают новые знакомства, то в данной модели предполагается, что люди, уже знакомые, приходят целенаправленно проводить время вместе. Однако это не исключает того факта, что сюда может прийти любой желающий. Но при этом он должен понимать и быть заинтересован в новых знакомствах.

Помимо поддержания контакта между поколениями, данный комплекс будет осуществлять поддержку для людей, оставшихся на социальном попечении, при помощи местных жителей. Всем желающим будет дана возможность помочь тем, кто оказался в сложной жизненной ситуации. Многие одинокие люди, некоторые из которых уже вышли на пенсию, не знают, как организовать свой досуг, другие просто не могут найти себе занятие в свободное от работы время. Это будет хорошей возможностью связать людей для взаимопомощи друг другу, одним нужна поддержка, а другим новые знакомства.

Модель предполагает свое развитие в системе городской структуры. Учреждение должно быть средней вместимости, одно на два или три района, в зависимости от численности населения в конкретном районе. Реализовать такое здание в каждом районе будет невозможно вследствие небольшого количества людей, которые будут проявлять интерес к данному вопросу. Таким образом, будет образована небольшая сеть малых многофункциональных комплексов по всему городу. Наиболее рациональным будет расположить их в значимых местах общественных пространств города, привлекая все больше людей.

В основном предполагается, что это будут либо перепрофилированные здания, либо новое строительство.

МОДЕЛЬ № 2

Основная особенность модели в том, что предполагается совместное проживание одиноких детей и пожилых людей. Помимо предоставленной на добровольной основе возможности проводить время вместе, организовывая свой досуг, будет предоставлена возможность проживания вместе. Проживание будет организовано двумя способами:

- проживание детей и пожилых людей в отдельных комнатах, располагающихся в непосредственной близости друг от друга;
- проживание детей и пожилых людей в отдельных комнатах, но располагающихся вместе, по типу квартир.

Это обусловлено желанием каждого сделать свой выбор. Поскольку не у каждого получится проживание на добровольной основе в данном комплексе, все варианты и ситуации развития жизни каждого человека, находящегося на социальном попечении, предугадать невозможно. Поэтому, чтобы учесть желание каждого, выбрана стратегия развития двух вариантов проживания. Впоследствии также будет предоставлена возможность менять способ проживания. Таким образом, будут созданы всевозможные условия для развития контакта между поколениями и комфортного проживания в семейной обстановке.

Модель № 2.1 – третий этап в развитии пространств жизнедеятельности для нескольких поколений (рис. 3).

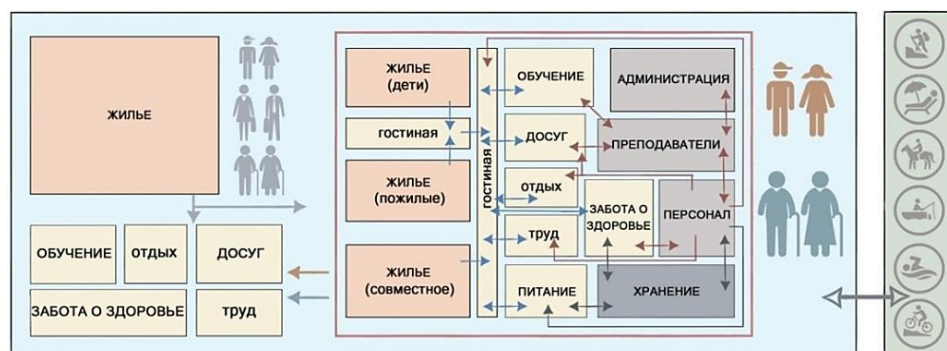


Рис. 3. Структура модели № 2.1

Эта модель является еще более сложной относительно модели № 1 в функционально-планировочном и экономическом плане. Она предполагает создание нового типа многофункционального комплекса, включающего соединение двух разных функций, в системе социальных учреждений города. Для одиноких детей и пожилых людей будет предоставлена возможность не только жить вместе и заниматься общим делом, но и при этом контактировать с жителями города. Также данный комплекс может выполнять функцию модели № 1.2, становясь досуговым комплексом для одиноких и неодиноких людей, для поддержания связи с городом. Это будет конкретное место, где одинокие взрослые и дети различных возрастов будут проживать вместе, при

этом целенаправленно собираться для того, чтобы осуществлять разные виды деятельности вместе друг с другом и с жителями города, начиная с организации досуга, заканчивая организацией трудовой и учебной деятельности.

Если в предыдущих моделях предполагается, что люди через общие интересы приобретают новые знакомства и поддерживают их на протяжении определенного времени, то в данной модели предполагается, что люди с уже развитыми отношениями принимают решение находиться вместе не только во время досуга, но и проживать вместе.

Так же, как и в модели № 1.2, людям, не находящимся на социальном попечении, будет предоставлена возможность осуществлять поддержку людям, оставшимся на социальном попечении.

Модель предполагает свое развитие в системе городской структуры. Учреждение должно быть большей вместимости, одно или, возможно, два на город, в зависимости от численности городского населения и числа оставшихся на социальном попечении людей. Очевидно, что численность будет гораздо меньше относительно численности учреждений, развивающихся по стратегии модели № 1. Таким образом, это будет, вероятнее всего, единственное учреждение в своем типе. Наиболее рациональным будет расположить его в месте, предполагающем наличие немалой территории под строительство, с развитой инфраструктурой, в пределах городской среды. Располагаться оно должно в доступном для людей месте, поскольку данная модель предусматривает контакт с населением города.

В основном предполагается, что это будут новые здания, отвечающие всем современным требованиям.

Модель № 2.2 – также третий этап в развитии пространств жизнедеятельности для нескольких поколений (рис. 4).

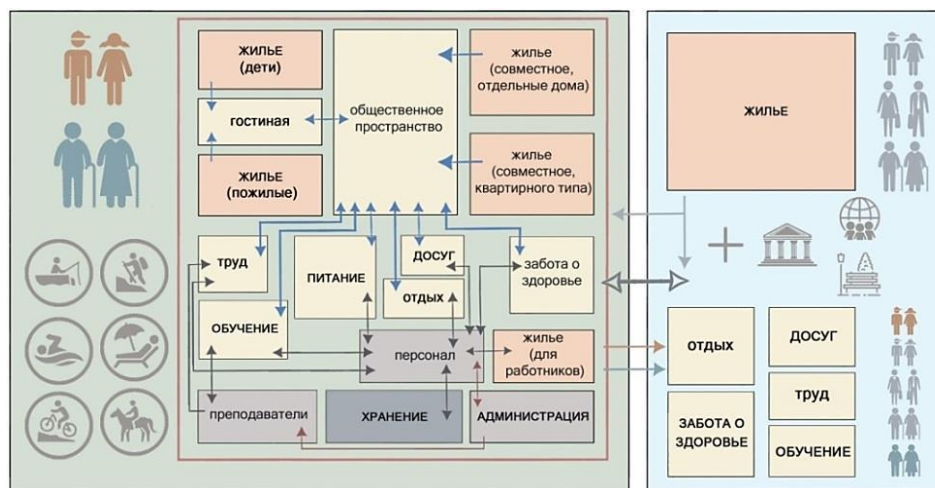


Рис. 4. Структура модели № 2.2

Основное отличие данной модели от модели № 2.1 – месторасположение. Поскольку не в каждом городе существует возможность расположить такого

типа учреждение в структуре города, необходимо предусмотреть альтернативные варианты. Получается еще одна отличительная черта – благодаря расположению в рекреационной зоне, существует возможность изменить тип проживания людей. А именно это может быть не только учреждение по типу гостиничного комплекса, но и отдельно стоящие домики с местами для проживания людей, которые уже нашли контакт с другими одинокими людьми и готовы проживать на одной территории. Это будет способствовать достижению главной цели – созданию теплой семейной обстановки для одиноких людей.

При этом существует угроза слабой связи с жителями города, потому что не каждому будет удобно добираться до этого места. Для решения данного вопроса необходимо установить контакт с жителями, возможно, за счет использования моделей № 1, куда дети и пожилые люди смогут приезжать для установления новых знакомств и разнообразия досуга.

Данный комплекс будет конкретным местом, где одинокие взрослые и дети различных возрастов будут проживать вместе, при этом целенаправленно собираться как на территории комплекса, так и за его пределами для того, чтобы осуществлять разные виды деятельности вместе друг с другом и с жителями города.

Скорее всего, что это будут новые здания, отвечающие всем современным требованиям.

Модель № 2.3 – четвертый и завершающий этап в развитии пространств жизнедеятельности для нескольких поколений (рис. 5).

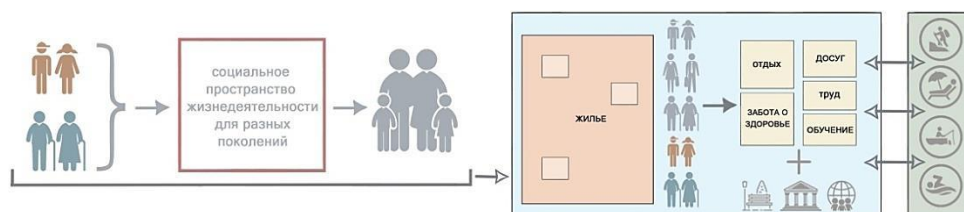


Рис. 5. Структура модели № 2.3

Эта модель является одной из самых простых относительно моделей № 1.1, № 1.2, № 2.1 и № 2.2 в функционально-планировочном и экономическом плане. Она предполагает использование существующих жилых домов либо строительство новых в структуре города, в которых будут выделяться квартиры для проживания одиноким людям, нашедшим свою семью на протяжении предыдущих этапов. Они готовы жить вместе, отдельно от всех, как полноценная семья. Соответственно, и заботиться о себе они будут сами.

Это место будет предназначено для постоянного проживания. И как все жители города, они будут пользоваться всеми общественными местами города. Таким образом, главной задачей будет создание теплой уютной домашней обстановки.

Данная модель является завершающей, потому что достигаются основные цели: приобретение семьи и полноценный контакт с окружающим миром, где люди, находящиеся на социальном попечении, не изолированы от общества.

Заключение

Таким образом, происходит сложный процесс становления человека полноценным участником общества через приобретение семьи. Для каждого населенного пункта данный процесс будет уникален. В рамках исследования были выявлены основные этапы развития социальных пространств жизнедеятельности для разных поколений, которые можно применять для решения определенных проблем определенного места после тщательного анализа ситуации. Однако это не предполагает того факта, что каждый населенный пункт будет развиваться, используя все этапы развития. Существует множество факторов, которые повлияют на стадийность развития, что либо повлечет за собой пропуск определенных этапов, либо вовсе ограничится одним этапом, либо модернизирует какой-либо из этапов под свою, характерную для данного места, структуру. Поэтому данное исследование является инструментом к разработке на его основе новых уникальных стратегий развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беличева С.А. Организация и содержание психосоциальной работы в учреждениях социального обслуживания детей и молодежи. Москва, 2002.
2. Жукова В.И., Осадчая Г.И., Ефремова Г.И., Золотарева Т.Ф., Носкова А.В. Опыт и проблемы жизнеустройства детей-сирот и детей, оставшихся без попечительства, в современных условиях / под общ. ред. В.И. Жукова. Москва : РГСУ, 2009.
3. Гришкина А.С., Дектерев С.А. Проблемы организации жилья для пожилых людей в современных условиях. URL : http://archvuz.ru/2007_22/25 (дата обращения: 13.01.18).
4. Курачева Л.Г., Юрьева Л.А. Адаптация к дому-интернату престарелых и инвалидов. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=25199837> (дата обращения: 13.01.18).
5. Кудинова Е.А., Синельникова М.В. Волонтерство как элемент социальной поддержки воспитанников детских домов и интернатов. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=25428335> (дата обращения: 13.01.18).
6. Потуенко Н.Д. Дети-сироты в условиях современного российского общества. Пути решения проблемы проживания. URL : https://elibrary.ru/download/elibrary_22472398_99432504.pdf (дата обращения: 19.04.18).
7. Потуенко Н.Д. Архитектура специализированных зданий для детей-сирот. URL : https://elibrary.ru/download/elibrary_22698268_12699563.pdf (дата обращения: 19.04.18).
8. Семенченко Е.И. Опыт архитектурного формирования современной среды жизнедеятельности для нескольких поколений людей, оставшихся на социальном попечении // Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : материалы VII очной Международной научно-практической конференции / под ред. Ф.К. Абдразакова. Саратов : Саратовский ГАУ, 2018. С. 251–256.
9. YingXu. New concept of aging care architecture landscape design based on sustainable development. American Institute of Physics, 2017.
10. Nettleton S., Buse C., Martin D. Envisioning bodies and architectures of care: Reflections on competition designs for older people // Journal of Aging Studies. 2018. P. 54–62.
11. Nettleton S., Buse C., Martin D. Conceptualising 'materialities of care': making visible mundane material culture in health and social care contexts // Sociology of Health & Illness. 2018. P. 243–255.
12. Nettleton S., Buse C., Martin D. 'Essentially it's just a lot of bedrooms': architectural design, prescribed personalisation and the construction of care homes for later life // Sociology of Health & Illness. 2018. P. 1156–1171.
13. Nord C. Resident-centred care and architecture of two different types of caring residences: a comparative study // International journal of qualitative studies on health and well-being. 2018.

14. Eijkelenboom A., Verbeek H., Felix E., Hoof J. van. Architectural factors influencing the sense of home in nursing homes: An operationalization for practice // *Frontiers of Architectural Research*. 2017. P. 112–122.
15. Kripnerova K. Architectural Design as a Tool of Social Integration // 6th ACAU 2016 conference papers. 2016. P. 101–106.
16. Jing Fan, Dayi Bian, Zhi Zheng, Beuscher L., Paul A. Newhouse, Lorraine C. Mion, Nilanjan Sarkar. A Robotic Coach Architecture for Elder Care (ROCARE) Based on Multi-user Engagement Models // *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2017. P. 1153–1163.

REFERENCES

1. Belicheva S.A. Organizatsiya i sodержanie psikhosotsial'noi raboty v uchrezhdeniyakh sotsial'nogo obsluzhivaniya detei i molodezhi. [Organization and content of psychosocial work in institutions of social services for children and youth]. Moscow, 2002. (rus)
2. Zhukova V.I. (Ed). Opyt i problem zhizneustroystva detei-sirot i detei, ostavshikhsya bez popechitel'stva, v sovremennykh usloviyakh [Experience and problems of living arrangement of orphans and children left without care in modern conditions]. Moscow: RGSU, 2009. (rus)
3. Grishkina A.S., Dekterev S.A. Problemy organizatsii zhil'ya dlya pozhilykh lyudei v sovremennykh usloviyakh [Problems of housing organization for elderly people in modern conditions]. Available: http://archvuz.ru/2007_22/25 (accessed January 13, 2018). (rus)
4. Kuracheva L.G., Yur'eva L.A. Adaptatsiya k domu-internatu prestarelykh i invalidov [Adaptation to the nursing home]. Available: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25199837> (accessed January 13, 2018). (rus)
5. Kudinova E.A., Sinel'nikova M.V. Volonterstvo kak element sotsial'noi podderzhki vospitannikov detskikh domov i internatov [Volunteering as an element of social support for pupils of orphanages and boarding schools]. Available: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25428335> (accessed January 13, 2018). (rus)
6. Potienko N.D. Deti-sirot v usloviyakh sovremennogo rossiiskogo obshchestva. Puti resheniya problem prozhivaniya [Orphaned children in modern conditions of the Russian society. Ways to solve the problem of living]. Available: https://elibrary.ru/download/elibrary_22472398_99432504.pdf (accessed April 19, 2018). (rus)
7. Potienko N.D. Arkhitektura spetsializirovannykh zdaniy dlya detei-sirot [Architecture of specialized buildings for orphans]. Available: https://elibrary.ru/download/elibrary_22698268_12699563.pdf (accessed April 19, 2018). (rus)
8. Semenchenko E.I. Opyt arkhitekturnogo formirovaniya sovremennoi sredy zhiznedeyatel'nosti dlya neskol'kikh pokolenii lyudei, ostavshikhsya na sotsial'nom popechenii. In: Aktual'nye problemy perspektivy razvitiya stroitel'stva, teplogazosnabzheniya i energoobespecheniya: Materialy VII ochnoi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Proc. 7th All-Russ. Sci. Conf. 'Relevant Problems of Construction, Ecology and Energy-Saving), F.K. Abdrazakova, Ed. Saratov: Saratovskii GAU, 2018. Pp. 251–256. (rus)
9. Ying Xu. New concept of aging care architecture landscape design based on sustainable development. American Institute of Physics, 2017.
10. Nettleton S., Buse Ch., Martin D. Envisioning bodies and architectures of care: Reflections on competition designs for older people. *Journal of Aging Studies*. 2018. Pp. 54–62.
11. Nettleton S., Buse Ch., Martin D. Conceptualising 'materialities of care': making visible mundane material culture in health and social care contexts. *Sociology of Health & Illness*. 2018. Pp. 243–255.
12. Nettleton S., Buse Ch., Martin D. 'Essentially it's just a lot of bedrooms': architectural design, prescribed personalisation and the construction of care homes for later life. *Sociology of Health & Illness*. 2018. Pp. 1156–1171.
13. Nord C. Resident-centred care and architecture of two different types of caring residences: a comparative study. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*. 2018.
14. Eijkelenboom A., Verbeek H., Felix E., Hoof J. van. Architectural factors influencing the sense of home in nursing homes: An operationalization for practice. In: *Frontiers of Architectural Research*. 2017. Pp. 112–122.

15. Kripnerova K. In: *Proc. 6th Sci. Conf. 'Architectural Design as a Tool of Social Integration'*, 2016. Pp. 101–106.
16. Jing Fan, Dayi Bian, Zhi Zheng, Linda Beuscher, Paul A. Newhouse, Lorraine C. Mion, Nilanjan Sarkar. A robotic coach architecture for elder care (ROCARE) based on multi-user engagement models. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 2017. Pp. 1153–1163.

Сведения об авторах

Белова Дарья Александровна, ст. преподаватель, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, dariia.belova@gmail.com

Семенченко Елена Игоревна, магистрант, Институт архитектуры и дизайна Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, xelen6282@mail.ru

Authors Details

Dariya A. Belova, Senior Lecturer, Siberian Federal University, 79, Svobodnyi Ave., 660041, Krasnoyarsk, Russia, dariia.belova@gmail.com

Elena I. Semenchchenko, Undergraduate Student, Siberian Federal University, 79, Svobodnyi Ave., 660041, Krasnoyarsk, Russia, xelen6282@mail.ru

УДК 711.427

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-76-93

*А.Е. ТОКАРЕВ,**Тюменский индустриальный университет*

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ МОДУЛЯ ВРЕМЕННОГО ПРОЖИВАНИЯ ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ РОССИИ

Цель статьи: акцентировать внимание на экологических вопросах северного градостроительства и создать концептуальную модель функционального зонирования среды модуля временного проживания для Крайнего Севера.

Авторами поставлены задачи:

1. Обобщить проблемы и угрозы особо охраняемых природных территорий – национального парка «Русская Арктика».

2. Рассматривая основные исторические градостроительные примеры формирования «идеальных городов», уточнить аспекты для современного градопланирования в экстремальных условиях высоких широт.

3. Проанализировать концептуальные проекты «Города будущего», в которых экологические проблемы становятся основным требованием при создании искусственной среды для жизнедеятельности человека. Ресурсоориентированная экономика.

4. Описать принципы градостроительного и объемно-планировочного решения существующих вахтовых поселков Севера России и раскрыть основные недоработки строительства в этих условиях.

5. Сформулировать и систематизировать специфические требования к современной архитектуре временных арктических поселений.

6. Представить концептуальную модель функционального зонирования модуля временного проживания для районов Крайнего Севера.

Продуман новый состав необходимых помещений для жизнедеятельности арктического модуля временного проживания XXI в. Представлены перечень и схема зонирования основных и вспомогательных помещений, объединенных по функциональным зонам. Определены и сформулированы требования к жилым, общественным и техническим пространствам комплекса.

Значимость полученных результатов для архитектурного творчества состоит в формировании принципиальных, специфических требований к проектированию арктических модулей временного проживания и возможности использования концептуальной модели функционального зонирования для создания объемно-пространственной среды автономного биоклиматического модуля временного проживания для особо охраняемых природных территорий национального парка «Русская Арктика».

Ключевые слова: экология Арктики; параметры жилой среды; требования к проектированию; модуль временного проживания XXI в.

Для цитирования: Токарев А.Е. Концептуальная модель функционального зонирования модуля временного проживания для арктических районов России // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 76–93.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-76-93

A.E. TOKAREV,
Tyumen State Oil and Gas University

CONCEPTUAL MODEL OF FUNCTIONAL ZONING OF TEMPORARY RESIDENCE IN THE ARCTIC REGIONS OF RUSSIA

Purpose: The aim of this work is to study the environmental issues of northern urban planning and create a conceptual model of the functional zoning of the temporary residence module for the Far North. The purpose includes summary of the problems and threats of protected natural areas, namely the Arctic National Park of Russia; a study of the main historical town-planning of the ideal cities, clarification of aspects of the modern city planning in extreme conditions; the analysis of the conceptual project "Cities of the Future", in which the environmental problem is the main requirement for the artificial environment for human life; a description of urban planning principles and space-planning decisions of existing camps in the north of Russia and reveal the significant shortcomings of construction in these conditions; formulation and systematization of specific requirements for the modern architecture of temporary Arctic settlements; propose a conceptual model of functional zoning of a temporary residence module in the Far North regions. **Research findings:** A new composition of the Arctic module for temporary residence of the 21st century is considered. A list and zoning scheme of the main and auxiliary premises, united by functional zones is discussed. The requirements for residential, public and technical spaces of the complex are defined and formulated. **Practical implications:** The proposed temporary residence modules can be used for Arctic regions of Russia. The functional zoning will allow to create a spatial environment of autonomous bioclimatic temporary residence module for the Russian Arctic National Park.

Keywords: Arctic ecology; living environment parameters; design requirements; temporary residence module of the 21st century.

For citation: Tokarev A.E. Kontseptual'naya model' funktsional'nogo zonirovaniya modulya vremennogo prozhivaniya dlya arkticheskikh raionov Rossii [Conceptual model of functional zoning of temporary residence in the Arctic regions of Russia]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 76–93. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-76-93

Актуальность данного исследования прослеживается в выступлении В.В. Путина на Международном форуме «Арктика – территория диалога» 29–30 марта, 2017, Архангельск: «Сейчас, в наши дни значение Арктики многократно возрастает. Она становится местом самого пристального внимания стран и народов и как регион, от самочувствия которого во многом зависит климат планеты, и как сокровищница уникальной природы, и, конечно, как территория с колоссальными экономическими возможностями, с огромным экономическим потенциалом»¹.

Отметим также, что уже в 2011 г. был издан Приказ № 806 Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04.10.2011 «Об установлении режима охраны и использования охранной Арктической зоны». Данным приказом был определен статус административно-территориального деления особо охраняемой природной территории (ООПТ) – наци-

¹ Путин В.В. Выступление на Международном форуме «Арктика – территория диалога» 29–30 марта, 2017, Архангельск.

онального парка «Русская Арктика», которая включает в себя: морские и прибрежные территории; Северо-Западный федеральный округ; Архангельскую область. При этом общая площадь ООПТ составила 1 426 000,0 га; площадь морской особо охраняемой акватории – 793 910,0 га; площадь земельных участков, включенных в границы ООПТ без изъятия из хозяйственного использования, – 1 426 000,0 га. Важными для создания нашей концептуальной модели также являются основные задачи создания ООПТ:

- сохранение природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков и объектов;
- сохранение историко-культурных объектов;
- экологическое просвещение населения;
- создание условий для регулируемого туризма и отдыха. Круизная компания Hurtigruten намерена развивать туризм в Арктику в ближайшие годы;
- разработка и внедрение научных методов охраны природы и экологического просвещения;
- осуществление экологического мониторинга;
- восстановление нарушенных природных и историко-культурных комплексов и объектов [1].

Сегодня мы свидетели того, что программа развития Арктики поддерживается на разных государственных уровнях. Так, адмирал Н.А. Евменов, командующий Северным флотом, выступая на VIII Международном форуме «Арктика: настоящее и будущее», заявил: «Россия собирается создавать условия для развития туризма на Земле Франца-Иосифа. Мы хотим реконструировать маршруты первых исследователей и защищать свои национальные интересы»².

В то же время следует подчеркнуть экологическую проблему национального парка «Русская Арктика», которая состоит в частичном совпадении территории парка и Ямальского заказника с лицензионными участками на добычу нефти и газа. Сложившаяся ситуация отражена на интерактивной карте всех федеральных особо охраняемых природных территорий российской Арктики, подготовленной Гринпис России. Карту можно изучить на сайте <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/protect-the-arctic/threat-to-the-Arctic>.

Переходим к изложению содержания исследования и последовательно остановимся на шести разделах данной статьи, каждый из которых соотносится с одной из шести поставленных задач.

1. Основные экологические проблемы и угрозы ООПТ

Арктика всегда была территорией притяжения энтузиастов-первопроходцев, увлеченных научно-исследовательской деятельностью. Сейчас, в эпоху глобализации, – это очень деликатная экологическая система со специфическими природно-географическими особенностями, и ее проблемы уже не являются региональными. Перечислим основные, реально существующие проблемы:

- несанкционированное присутствие, да и сами отходы жизнедеятельности человека, приводят к таянию арктических льдов и, как следствие, к изменению климата;

² Евменов Н.А. Выступление на VIII Международном форуме «Арктика: настоящее и будущее» 05–07.12.2018, Санкт-Петербург.

- загрязнение морей Северного Ледовитого океана стоками нефтепродуктов и химических соединений, разливами от нефтедобычи;
- увеличение морского транзита;
- непоправимый ущерб флоре и фауне наносит наличие нефти в воде и на суше. Оседая на перьях и коже животных, нефть лишает их защиты от холодов, мешает летать;
- загрязняющие вещества при низких температурах долго сохраняют негативное влияние на здоровье человека;
- незаконная добыча ценных видов рыб, низкий контроль за выдачей лицензий по добыче животных;
- наличие опасных скотомогильников [1–3].

2. Исторические идеи формирования «идеальных городов»

Для разработки концептуальной модели арктических поселений считаем целесообразным использовать наработки древнего градостроительства [4]. Исторически городская среда формировалась под влиянием территориальных и климатических особенностей, одновременно решая социально-экономические, религиозные и политические проблемы общества. Обратившись к трудам величайших архитекторов и ученых, мы выбрали наиболее созвучные нашим задачам и выявили в них самые ценные для нашего проекта параметры. Были выбраны следующие работы:

1. Город-улица XIV–XVI вв. Архитектор Леонардо да Винчи.
2. Идеальный город XVI в. Архитектор Фра Джокондо.
3. Город-сад 1898 г. Архитектор Э. Ховард.
4. Сфорцинда – звездообразный город Ренессанса 1465 г. Архитектор Антонио Филарете.
5. Амауротум – идеальный город 1512 г. Архитектор Томас Мор.
6. Круглый город – Икария 1840 г. Архитектор Э. Кабе.
7. Город Шо. XVIII в. Архитектор Клод-Николя Леду.
8. Линейный город. Идея конца 1920 – начала 1930-х гг.
9. Парабола Ладовского.

В каждом проекте был выделен ряд структурно-функциональных параметров.

В табл. 1 представлены параметры «идеальных городов».

Таким образом, нами были выявлены общие принципы формирования «идеального города» Средневековья и Ренессанса: замкнутая или частично открытая в природу территория, и только с развитием архитектурного модернизма и функционализма XX в. город стал свободно трактовать свое функциональное начало и возможности зонального расселения. Представляется, что эти актуализированные параметры: многоярусность застройки; компактность планировки; обеспечение благоприятного микроклимата; внутреннее озеленение; защищенность от внешних факторов; ветрозащищенность застройки; наличие общественных зон; выбор площадки с учетом природно-климатических особенностей; единая архитектурно-планировочная концепция застройки – следует отразить в структуре основных требований к современной архитектуре арктических модулей временного проживания.

Таблица 1

Параметры «идеальных городов»

Название города	Источник	Характерные параметры
Город-улица XIV–XVI вв. Арх. Леонардо да Винчи	Бархин М.Г. Архитектура и город. Проблемы развития советского зодчества. Москва: Наука, 1979	Многоуровневость Многоярусность застройки Непродуваемость Минимизация воздушных коридоров в застройке
Идеальный город XVI в. Арх. Фра Джокондо	ВИА. Т. 5. Архитектура Западной Европы XV–XVI вв. Эпоха Возрождения. Москва, 1967	Защищенность пространства Компактность планировки
Город-сад 1898 г. «Города-сады будущего» Арх. Э. Ховард	Ожегов С.С. История ландшафтной архитектуры. Москва: Архитектура-С, 2003	Обеспечение внутри жилой группы благоприятного микроклимата Городское внутреннее озеленение
Сфорцинда – первый звездообразный город 1465 г. «Трактат об архитектуре» Арх. Антонио Филарете	Гутнов А.Э., Глазачев В.Л. Мир архитектуры: Лицо города. Москва: Мол. гвардия, 1990	Защищенность от внешних факторов Сокращение периметра наружных стен
Амауротум – идеальный город 1512 г. Арх. Томас Мор		Формирование непрерывной высокоплотной ветрозащитной застройки Блокировка Функциональное зонирование
Круглый город – Икария 1840 г. Роман: «Путешествие в Икарию» Арх. Э. Кабе		Интуитивная ориентация Наличие общественной зоны у воды Обеспечение доступа к любому объекту поселения
Город ШО. XVIII в. Арх. Клод-Николя Леду	Барабанов А.А. Клод-Николя Леду. Архитектура, рассмотренная в отношении к искусству, нравам и законодательству. Москва: Архитектон	Взаимопроникновение поселения и природы
Линейный город Концепция линейного города возникла как противовес идеям сверхуплотненных компактных городов и тотальной урбанизации. Она возрождала деревенскую застройку	Бунин А.В., Саваренская Т.Ф. Градостроительство XX века в странах капиталистического мира. Том второй. Москва, 1979	Выбор площадки под застройку с учетом природно-климатических особенностей

Окончание табл. 1

Название города	Источник	Характерные параметры
Парабола Ладовского При радиально-кольцевом строении города кольца наслаиваются друг на друга, создавая хаос. Ладовский разрывает кольца и открывает Москву в направлении Ленинграда. Градопланировка превратится в кому с головой в историческом центре	Бунин А.В., Саваренская Т.Ф. Градостроительство XX века в странах капиталистического мира. Том второй. Москва, 1979	Единая архитектурно-планировочная концепция застройки

3. Ретроспектива «городов будущего»

Полагаем, что для формирования концептуальной модели арктических модулей временного проживания необходимо также проанализировать новаторские концептуальные проекты нового тысячелетия. Существующее состояние планеты, первоочередные и наиважнейшие задачи при проектировании городского пространства определяют экологические принципы градопланирования. Из образов «городов будущего», созданных с максимальным использованием современных возможностей архитектурного проектирования, мы остановили свой выбор на тех, которые, по нашему мнению, формулируют значимые именно для нашего исследования параметры. Остановимся на шести проектах современных архитекторов и дизайнеров:

1. «Мир» (архитектурное бюро «Элис»), руководитель Николай Лютомский (рис. 1).
2. «Эко-курорт» в Ливе (эмират Абу-Даби), архитектор Бахараш Багерьян (рис. 2).
3. «Плавучая зелень», Япония (рис. 3).
4. Остров «Хаввада», студия Dror Benshetrit (рис. 4).
5. Подводный город «Aequorea», архитектор Vincent Callebaut (рис. 5).
6. Город в небе «Город лотосов», архитектор Цветан Тошков (рис. 6).

Каждый проект акцентирует из множества именно экологический параметр. В частности, для проекта «Мир» такими параметрами оказались: *наличие купола; полная автономность города*. В табл. 2 представлены параметры «городов будущего».

Таким образом, в этих проектах одновременно не только отражены социальные, экономические и производственные проблемы, но и рассматриваются вопросы организации городских общественных пространств, а главное, во главу угла ставятся экологические проблемы тотального загрязнения и неуважения, потери взаимопонимания с природой. Перечислим важные для нашей модели параметры: наличие купола; полная автономность; интерьерное озеленение; разделение функции; простота форм; строительные материалы из

мусора с использованием 3D печати; воспроизводство продуктов питания. При этом часть выявленных параметров была реализована Бельгийской антарктической станцией Princess Elisabeth Antarctica, расположенной к северу от Высоты Викингов Земли Королевы Мод. Станция является архитектурно-технологическим произведением бельгийца Алена Хьюберта. Архитектор Филипп Самин. База начала свое функционирование в феврале 2009 г.

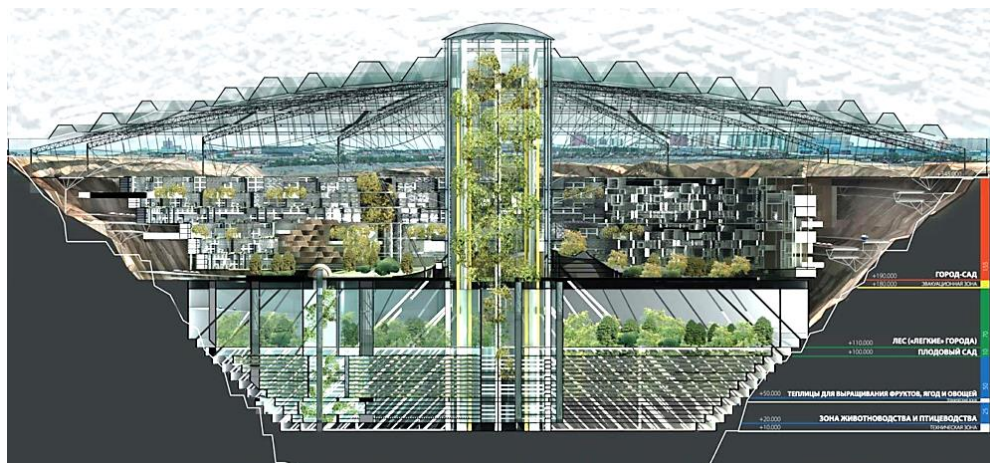


Рис. 1. «Мир» (архитектурное бюро «Элис»), руководитель Николай Лютомский

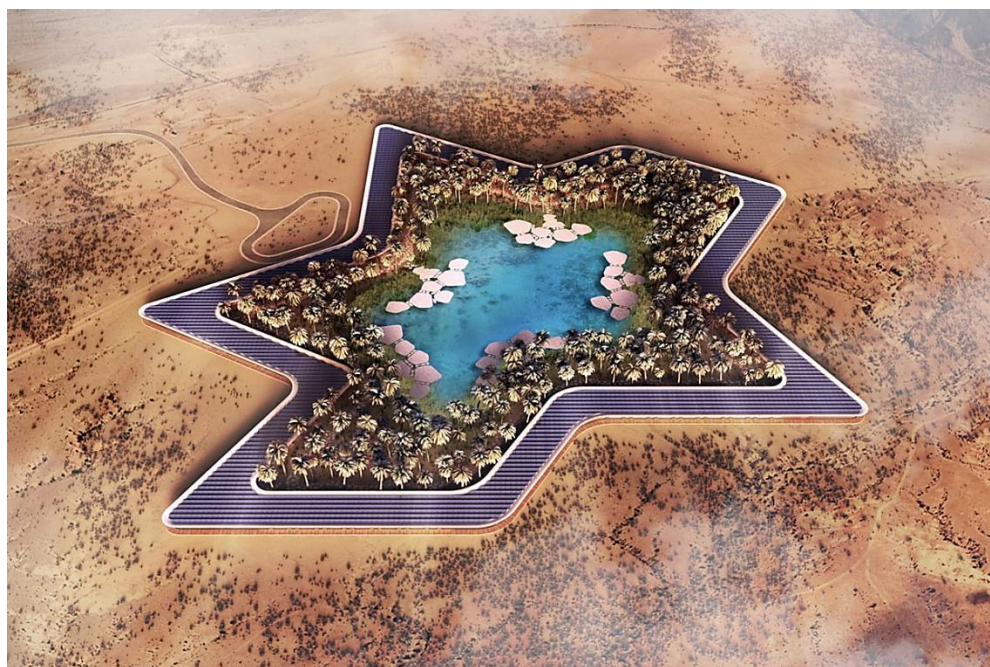


Рис. 2. «Эко-курорт» в Ливе (эмират Абу-Даби), архитектор Бахараш Багерьян

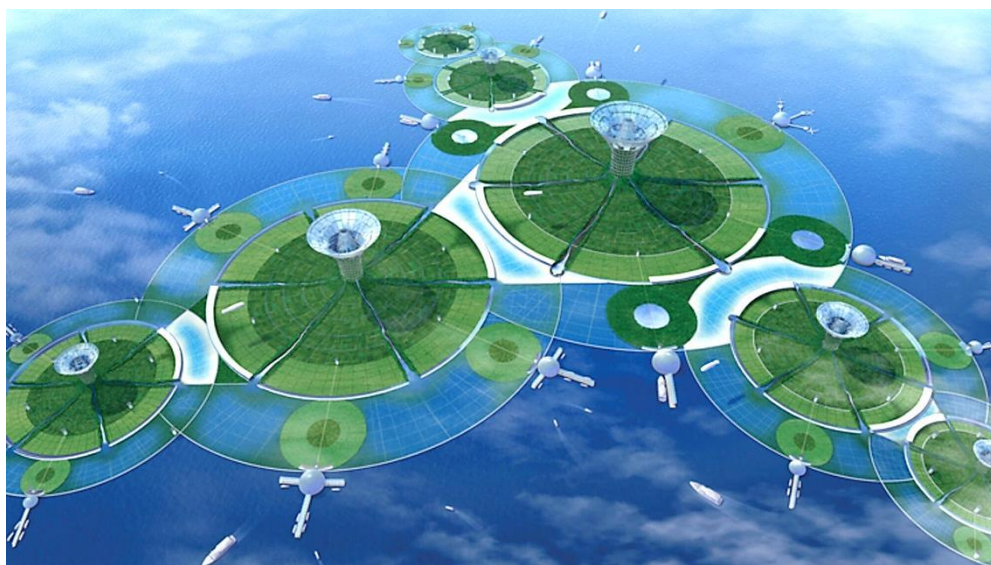


Рис. 3. «Плавучая зелень», Япония



Рис. 4. Остров «Хаввада», студия Dror Benshetrit

Характерные параметры станции: «нулевой выброс», никаких отходов и выбросов в атмосферу; применение экологических строительных материалов; использование чистой энергии ветрогенераторов и солнечных батарей; оптимизация потребления энергии; экологичное обращение с отходами. Рассчитана на проживание 16 ученых. Подробнее можно ознакомиться на официальном сайте <http://www.antarcticstation.org>.

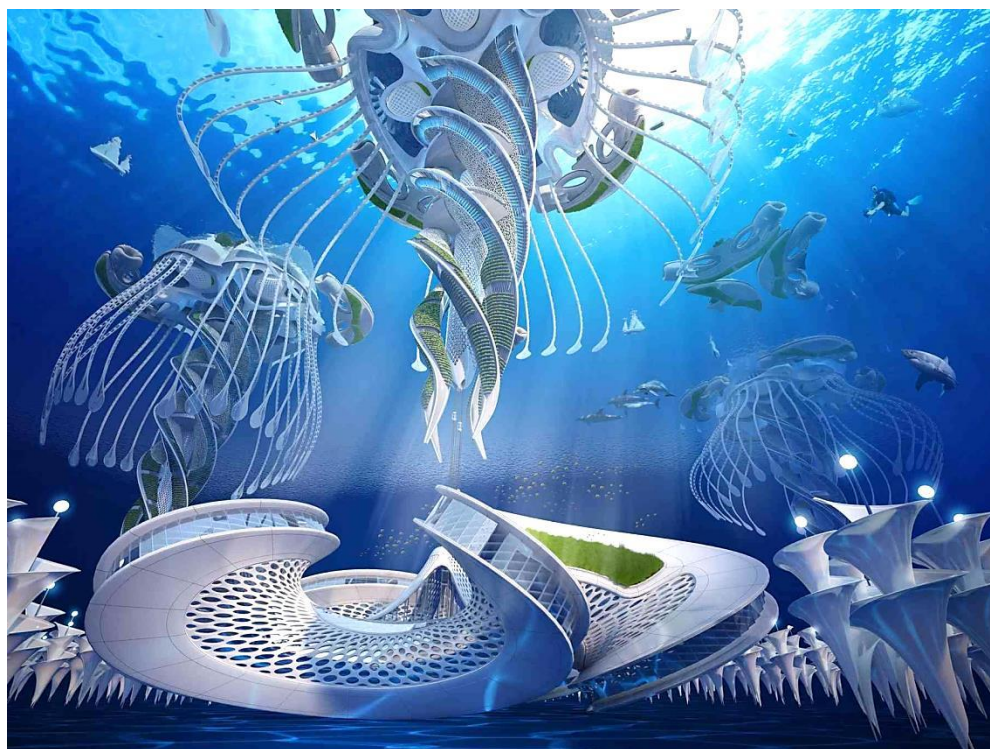


Рис. 5. Подводный город «Aequorea», архитектор Vincent Callebaut



Рис. 6. Город в небе «Город лотосов», архитектор Цветан Тошков

Таблица 2

Проекты «городов будущего»

Проекты	Характерный параметр
Подземный город «Мир» Архитектурное бюро «Элис», руководитель бюро Николай Лютомский	Наличие купола, полная автономность
«Плавучая зелень» Шесть островов, с центральными башнями, ввысь на 1000 м, Япония	Разделение функции
Остров «Хаввада» Студия Dror Benshetrit	Простота форм
Подводный город «Aequorea» Архитектор Vincent Callebaut	Строительные материалы
«Эко-курорт» в Ливе Архитектор Бахараш Багерьян	Интерьерное озеленение
Город в небе «Город лотосов» Архитектор Цветан Тошков	Интерьерное озеленение

Примечание. Полное описание проектов можно найти в информационной сети Интернет.

Продолжая исследование, целесообразно упомянуть и о поиске других альтернативных концептуальных разработок дальнейшего развития земной цивилизации.

Одна из них – ресурсоориентированная экономика [5]. Так, на официальном сайте движения «Проектирование будущего» декларируется 18 целей «Проекта Венера». Перечислим некоторые, напрямую относящиеся к сохранению и бережному освоению ООПТ российской Арктики:

- 1) природные ресурсы планеты принадлежат человечеству;
- 2) планомерное возобновление этих ресурсов;
- 3) современные технологические достижения стоят на службе человечеству;
- 4) использование природной энергии;
- 5) производство высококачественных продуктов питания;
- 6) экспертиза проектов строительства на экологический эффект уже в процессе эксплуатации;
- 7) предоставить человечеству возможность решения не только утилитарных, но и высокоинтеллектуальных задач;
- 8) всесторонняя подготовка людей к новому образу жизни.

Еще одной альтернативной концептуальной разработкой можно считать многофункциональный климатический жилой комплекс «Прогресс-II», рассчитанный на круглогодичное функционирование в течение 50 лет, предоставляющий комфортные условия для жизни и работы до полутысячи человек. Жилой комплекс «Прогресс-II» призван решить проблемы массового жилищного строительства для постоянного проживания в условиях Крайнего Севера [6].

4. Анализ селитебных территорий вахтовых поселков

Нельзя забывать и о возможной реконструкции существующих поселков вахтовиков. Мы остановились на шести вахтовых поселках: Ямбург, Сабетта,

Северная Даниловка, Ловинка, Пионерный и Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение. Была проанализирована вся доступная проектная документация. При обсуждении классических принципов градостроительства, а именно: природно-климатических, объемно-планировочных, конструктивных, инженерно-технических, экономических, социальных – нами были выявлены определённые недостатки в обеспечении комфортности проживания с точки зрения энергоэффективности застройки. Результаты анализа и краткое описание географического положения поселков отражены в табл. 3.

Таблица 3

Недостатки существующих вахтовых поселков

Вахтовый поселок	Характерный параметр
Бованенковское газовое месторождение на п-ве Ямал, расположено в 40 км от побережья Карского моря в нижнем течении рек Сё-Яха, Мордыяха, Надуи-Яха	Принцип застройки «здесь и сейчас» (...преимущество...)
Ямбург, расположен в 148,5 км к северу от полярного круга, на Тазовском п-ве, в районе впадения р. Нюдямонтопое-поко-Яха в Обскую губу	Нарушение инсоляции помещений жилого модуля
Сабетта в Ямальском районе Ямало-Ненецкого автономного округа, расположен на восточном берегу п-ва Ямал у Обской губы Карского моря. Имеется аэропорт	Протяженность застройки, однообразие
Северная Даниловка, 250,5 км на север от Тюмени – в Ханты-Мансийском автономном округе	Некомпактность
Ловинка в Ханты-Мансийском автономном округе, 191,8 км на север от Тюмени	Образование снеготаносов
Пионерный, 54,1 км на юг от Нижневартовска	Линейность, незакрытость, продуваемость

Таким образом, в результате анализа всех ситуационных схем можно сделать вывод, что все планировки поселков в большей или меньшей степени соответствуют предъявленным к ним градостроительным требованиям. Вместе с тем к недостаткам энергоэффективности застройки необходимо отнести: протяженность и однообразие застройки; нарушение инсоляции жилых помещений; некомпактность; возможность образования снежных заносов; прямолинейность; незакрытость; продуваемость.

Особняком стоит вахтовый поселок Ямбург, застроенный жилыми модулями финского производства прошлого столетия, где есть столовая, тренажерные залы, телевизионная комната, бильярдная, библиотека – все, что необходимо для жизни не выходя на улицу.

Инфраструктура Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения сегодня представляет собой: современные молодежные центры, поликлиники, торговые и концертные залы, спортивные комплексы. А с вводом 5 декабря 2018 г. в эксплуатацию третьего газового промысла требования к комфортности застройки вырастают до городского уровня.

Из вышесказанного можно заключить, что недостаточная энергоэффективность застройки малых поселков объяснима определёнными сложностями строительства, отсутствием современных технологий. Например, не уделяется достой-

ного внимания трудностям транспортной доступности от мест проживания до места приложения труда – «рабочего места вахтовика». Кроме того, отсутствует терминал ожидания специализированного транспорта по доставке рабочих. Необходимо избегать отмеченных недоработок в формулировании основных требований к современной архитектуре временных арктических поселений.

В ходе исследования и поиска литературы, устанавливающей стандарты, возник вопрос: «Какие архитектурные мероприятия во взаимодействии с Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04.10.2011 № 806 смогут установить режим охраны и использования созданной ООПТ национальный парк «Русская Арктика»? На данный момент существует лишь несколько правоустанавливающих и нормативных документов: «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 25.12.2018); Нормативы градостроительного проектирования Иркутской области от 08.08.2018 № 02-82-682/18; СП 31-107-2004. «Архитектурно-планировочные решения многоквартирных жилых зданий».

Ранее в исследовании было упомянуто о реально существующих экологических проблемах и угрозах ООПТ Арктики. В связи с этим необходимо перечислить объекты, в первую очередь подлежащие охране. К ним относятся:

- ландшафты полярных пустынь и арктической тундры с обширными ледниковыми покровами;
- флора высокоарктической и арктической тундры, характерные растения: полярный мак, камнеломки, крупки, полярная ива и др.;
- места концентрации ценных и редких видов животных, важные места обитания белого медведя, лежбища атлантического моржа, места обитания новоземельского северного оленя, атлантической черной казарки;
- крупные колонии морских птиц, в том числе самые северо-восточные места гнездования атлантической толстоклювой кайры;
- исторические и памятные места, связанные с поморскими плаваниями, экспедициями первооткрывателей Арктики, исследованиями советского периода;
- наиболее значимый объект международного значения – комплекс памятников голландской экспедиции Виллема Баренца.

Таким образом, в результате исследования был выявлен ряд структурно-функциональных параметров «идеальных городов». Установлены значимые для нашего анализа параметры концептуальных проектов «городов будущего». Отмечены недоработки и недостатки в энергоэффективности застройки существующих селитебных территорий вахтовых поселков. Также были рассмотрены существующие (Бельгийская антарктическая станция Princess Elisabeth Antarctica) и альтернативные (жилой комплекс «Прогресс-II») проекты освоения арктических территорий.

На основе полученных результатов можно сделать вывод о необходимости формулирования специфических архитектурно-планировочных и градостроительных требований к современной архитектуре арктических поселений для создания концептуальной модели изолированного многофункционального модуля временного проживания или даже мобильного военного городка.

Следует отметить, что создание концептуальной модели объемно-пространственной среды модуля временного проживания для районов Крайнего Севера коренным образом отличается от традиционного проектирования вах-

тового поселка. Необходимо рассматривать жилой модуль с позиций современного жилого района города.

За отправную точку в поиске образного решения можно взять средневековый город-крепость с башней донжон, которому соответствует замкнутая автономная система жизнеобеспечения и продовольствия. Необходимо использовать купол, отражающий и сохраняющий тепло, предотвращающий последствия глобального потепления, создающий закрытое, изолированное от внешнего воздействия жилое пространство. С одной стороны, пространство не вредит окружающей среде, с другой стороны, внутренняя жилая среда функционального зонирования гармонична во взаимодействии с природой. Также целесообразно наличие грузопассажирского транспортного терминала:

- для распределения грузовых и пассажирских потоков;
- обеспечения доступа к подвижному составу;
- осуществления магистральных перевозок между терминалами с применением транспортных средств максимальной производительности;
- смены подвижного состава при необходимости;
- обслуживания пассажирских потоков в качестве основного транспортного узла.

5. Специфические требования к современной архитектуре арктического модуля временного проживания

Отследив основные параметры проектирования – экологические и энергоэффективные аспекты, можно предположить, что именно они являются решающими в вопросах ресурсосбережения [7]. Таким образом, через призму арктической специфики были сформулированы и систематизированы основополагающие требования к современной архитектуре модуля:

1. Градостроительные:

- выбор площадки под застройку с учетом природно-климатических особенностей;
- обеспечение внутри жилой группы благоприятного микроклимата;
- непродуваемость и минимизация воздушных коридоров в застройке;
- формирование непрерывной высокоплотной ветрозащитной застройки;
- блокировки зданий;
- обеспечение требуемой инсоляция территории и помещений;
- необходимое и достаточное освещение территории;
- обеспечение доступа к любому объекту поселения.

2. Объемно-планировочные:

- единая архитектурно-планировочная концепция застройки;
- компактность планировки и объемно-образного решения здания;
- наличие общественной зоны общения;
- максимальное увеличение ширины жилого корпуса;
- сокращение периметра наружных стен;
- использование блок-секции меридиональной, широтной, свободной ориентации, также угловых, поворотных, ветрозащитных;
- обеспечение стабильности температуры помещений вне зависимости от погодных условий.

3. Конструктивные:

- выбор оптимальной конструктивной системы и схемы здания;
- высокая степень заводской готовности фундамента из отдельных элементов;
- использование быстровозводимых модульных конструкций;
- применение современных многослойных ограждающих конструкций;
- обеспечение минимальной парусности сооружений;
- применение трудновозгораемых строительных материалов;
- использование высокоэффективных утеплителей;
- использование современных облицовочных материалов;
- размещение и оптимальные размеры светопрозрачных элементов;
- применение пространственной оболочки.

4. Инженерные:

- применение технологий, защищающих среду обитания человека от неблагоприятных атмосферных явлений;
- использование возобновляемых ресурсов: солнечные батареи, ветрогенераторы [8];
- обеспечение круговорота внутреннего потребления и производства (автономные биосистемы).

5. Социальные:

- помимо проектирования утилитарных помещений, необходимы помещения специального функционального назначения: для поддержания физического здоровья людей; создания здорового психологического микроклимата в условиях однообразного пейзажа; развития творческих способностей; организации внерабочего отдыха [9]; создания психоэмоционального «убежища» для релаксации.

6. Параметры здоровья по стандарту WELL:

- воздух;
- вода;
- питание;
- освещение;
- фитнес;
- комфорт;
- психика.

Сформулировав специфические требования к современной архитектуре арктических поселений, можно предложить новый состав помещений, необходимых для жизнедеятельности арктического модуля, возможно, даже и научно-исследовательского или туристического центра. Далее представлен перечень функциональных зон и входящих в их состав основных и вспомогательных помещений и оборудования:

1. Элементы зоны автономной системы жизнеобеспечения жилого комплекса разработки ООО «НПФ ТГМ»:

1.1. Система жизнеобеспечения: низкотемпературный тепловой аккумулятор; высокотемпературный тепловой аккумулятор.

1.2. Зона источников альтернативной электроэнергии.

1.3. Блок переработки отходов: машинный зал; регенеративный теплообменник; солнечные батареи; система рекуперации тепловой энергии; ветроэлектростанция; ветроэлектростанция в поворотном блоке.

2. Транспортный терминал:
 - 2.1. Зона внешней транспортной инфраструктуры; для встречи приезжающих; размещение багажа.
 - 2.2. Блок-зона бытового обслуживания рабочих, возвращающихся со смены.
3. Зона инженерной инфраструктуры: размещение инженерного оборудования; инженерных сетей и коммуникаций.
4. Зона коммунально-складского назначения:
 - 4.1. Хозяйственная зона: овощная база; зона приема хозяйственных товаров; продуктов питания; оборудования; помещения складов.
 - 4.2. Зона производства и хранения продуктов сельского хозяйства.
 - 4.3. Зона производства и хранения продуктов животноводства.
5. Зона технического и электронного обеспечения комплекса: трансформаторная станция; серверная.
6. Научно-исследовательская зона: лекционный зал; различные лаборатории для научных исследований; экспериментальные лаборатории; фондохранилище; учебный блок с универсальным залом и учебными классами; санитарные узлы; комната персонала.
7. Зона административно-коммерческая:
 - 7.1. Зона встречи и размещения приезжающих: административный блок: рецепция; комната ожидания, приемная; комната персонала; санитарные узлы.
 - 7.2. Общественно-деловая зона: интернет-кафе; сувенирный магазин; открытая площадка для проведения различных акций.
8. Зона здравоохранения: медико-профилактический центр; медпункт; зал ожидания; палата временного содержания; врачебные кабинеты: терапевта; стоматолога; отоларинголога; хирургический кабинет; перевязочная; санитарные узлы; комната персонала.
9. Зона объектов культуры: театрально-зрелищное пространство, включающее зрительный зал и сцену; музей; арткафе; фотостудия.
10. Культовая зона: культурно-просветительская деятельность различных конфессий.
11. Коммуникационные помещения: коридоры; лифты; лестницы; горизонтальные траволаторы; технические блоки с лифтами.
12. Блок бытового обслуживания: зал ожидания; санитарные узлы; пункты обслуживания: прачечная; гладильная комната; комната кастелянши.
13. Зона объектов проживания для рабочих и обслуживающего персонала:
 - стандартный номер «А»: номер I категории, состоящий из одной жилой комнаты с одной или двумя кроватями, с полным санузлом (душ, умывальник, унитаз), рассчитанный на проживание одного или двух человек;
 - стандартный номер «В»: номер III категории, состоящий из одной жилой комнаты с количеством кроватей по числу проживающих, с одним полным санузлом в блоке из двух-трех номеров, рассчитанный на проживание нескольких человек; круглосуточная столовая; кухня.
14. Зона объектов временного проживания для туристов, научных сотрудников, гостей:
 - «Junior suite» – однокомнатный номер площадью не менее 25 м², рассчитанный на проживание одного или двух человек с планировкой, позволя-

ющей использовать часть помещения в качестве гостиной или столовой, или кабинета;

– «Lux» – номер площадью не менее 35 м², состоящий из двух жилых комнат: гостиной и спальни, рассчитанный на проживание одного или двух человек.

Зона обслуживания: бар; ресторан; кухня.

15. Зона объектов временного проживания почетных гостей:

«Suite» – номер площадью не менее 75 м², состоящий из трёх и более жилых комнат: гостиной, столовой, кабинета и спальни с нестандартной широкой двуспальной кроватью и дополнительным гостевым туалетом.

16. Зона почетных гостей: конгресс-зал с отдельным лифтом и кухней; площадка с панорамным обзором «шар».

17. Зона озеленения: закрытая внутренняя: организована по принципу сквозного озеленения; озеленение лестниц; частных зон; двусветных пространств; атриумного пространства; галерей; коридоров; устройство зимних садов в жилых помещениях; газоны для прогулок и тихого отдыха.

18. Спортивно-оздоровительный комплекс:

18.1. Зона активного отдыха: тренажерный зал; бассейн; раздевалки; душевые; санитарные узлы; парильная; комната отдыха.

18.2. Игровая зона: универсальная многофункциональная игровая площадка для минифутбола; баскетбола; волейбола; рекреационная открытая зона для зимнего отдыха; зона летнего отдыха.

18.3. Зона пассивного отдыха: рекреационная зона общения и отдыха; бильярдная; игровой зал; склад; комната персонала; санитарные узлы; творческие лаборатории; зона неорганизованных прогулок; свободный отдых; зеленая зона отдыха у воды.

6. Концептуальная модель функционального зонирования модуля временного проживания для районов Крайнего Севера

В предыдущем разделе был дан перечень восемнадцати возможных функциональных зон и входящих в их состав основных и вспомогательных помещений. При создании концептуальной модели модуля временного проживания для районов Крайнего Севера были отражены обязательные и желательные взаимосвязи между зонами – проанализированы функционально-технологические процессы, протекающие в поселении, установлена их последовательность, дано их четкое разграничение с сохранением очередности. Также была определена взаимосвязь между отдельными зонами-группами, что привело к созданию ясной структурно-функциональной системы зонирования, объединенной в композиционную схему поселения в целом. В концептуальную модель функционального зонирования модуля временного проживания для районов Крайнего Севера включены 17 самых необходимых функциональных зон: зона автономной системы жизнеобеспечения жилого комплекса; зона источников альтернативной электроэнергии; техническая зона; зона коммунально-складского назначения; зона инженерной инфраструктуры; зона технического и электронного обеспечения комплекса; транспортный терминал; блок-зона бытового обслуживания рабочих; коммуникационные помещения; зона встречи и размещения приезжающих; зона здравоохранения; зона объектов культуры; культовая зона;

зона объектов проживания для рабочих и обслуживающего персонала; спортивно-оздоровительный комплекс; зона пассивного отдыха; зона озеленения закрытая внутренняя.

В первой части модели как творческий вариант предлагается ориентировочная последовательность процессов жизнедеятельности модуля временного проживания в виде пиктограмм для опосредованного запоминания структурно-функциональной системы зонирования поселения. Она представлена на рис. 7.



Рис. 7. Структурно-функциональная система зонирования

Вторая часть модели представляет собой иерархически выстроенные функциональные зоны модуля временного проживания (рис. 8).



Рис. 8. Иерархия функционального зонирования модуля временного проживания для арктических районов России

В заключение нашего исследования можно предположить, что модули временного проживания, созданные в результате архитектурного творчества на основе концептуальной модели функционального зонирования, будут способствовать дальнейшему экологическому освоению ООПТ национальный парк «Русская Арктика».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Национальный парк «Русская-Арктика» // Особо охраняемые природные территории России. URL : <http://oopt.aari.ru> oopt/национальный парк «Русская-Арктика».

2. Соколов Ю.И. Арктика: к проблеме накопленного экологического ущерба / Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России.
3. Северным оленям грозит вымирание из-за активности браконьеров // ТАСС. URL : <http://tass.ru/obschestvo/3967143>.
4. Романова А.Ю. Трансформация идеи: от идеального города к городу // Архитектура и современные информационные технологии. Международный электронный сетевой научно-образовательный журнал. 2015. № 1 (30).
5. Жак Фреско: ресурсоориентированная экономика // FB.ru. URL : <http://fb.ru/article/256023/jak-fresko-resurso-orientirovannaya-ekonomika>
6. Романцов Р.В. Концепция архитектурно-планировочной организации жилых комплексов для условий полярных регионов : автореф. дис. ... магистра архитектуры. Казань, 2014.
7. Селецкая К.В. Принципы ресурсосбережения в архитектуре арктических поселений // Известия КГАСУ. 2018. № 1 (43).
8. Беляев В.С., Степанова В.Э. Об использовании альтернативных источников энергии // Жилищное строительство. 2005. № 10. С. 15–16.
9. Токарев А.Е. Особенности проектирования вахтовых посёлков XXI века. Кессонные купола // Сборник докладов XX Международной научно-практической конференции. Тюмень, 2018. С. 236–246.

REFERENCES

1. Natsional'nyi park "Russkaya Arktika" [National park 'Russian Arctic']. Available: <http://oopt.aari.ru/oopt> (rus)
2. Sokolov Yu.I. Arktika: k probleme nakoplenno ego ekologicheskogo ushcherba [Arctic: the problem of accumulated environmental damage]. EMERCOM of Russia. (rus)
3. Severnym olenyam grozit vymiranie iz-za aktivnosti brakon'erov [Reindeer threatened with extinction due to the activity of poachers]. Available: <http://tass.ru/obschestvo/3967143>. (rus)
4. Romanova A.Yu. Transformatsiya idei: ot ideal'nogo goroda k gorodu budushchego [Transforming the idea: from the ideal city to the city of the future]. *Arkhitektura i sovremennye informatsionnye tekhnologii*. 2015. No. 1 (30). (rus)
5. Zhak Fresko: resurso-orientirovannaya ekonomika [Jacque Fresco: a resource-based economy]. Available: <http://fb.ru/article/256023/jak-fresko-resurso-orientirovannaya-ekonomika> (rus)
6. Romantsov R.V. Kontseptsiya arkhitekturno-planirovochnoi organizatsii zhilykh kompleksov dlya uslovii polyarnykh regionov. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie stepeni magistra arkhitektury [The concept of architectural-planning organization of residential complexes for the conditions of the polar regions. Master's Abstract]. Kazan, 2014. (rus)
7. Seletskaya K.V. Printsipy resursoberezeniya v arkhitekture arkticheskikh poselenii [Principles of resource conservation in the architecture of the Arctic settlements]. *Izvestiya KGASU*. 2018. No. 1 (43). (rus)
8. Belyaev B.C., Stepanova V.E. Ob ispol'zovanii al'ternativnykh istochnikov energii [Use of alternative energy sources]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2005. No. 10. Pp. 15–16. (rus)
9. Tokarev A.E. Osobennosti proektirovaniya vakhtovykh poselkov 21 veka. Kessonnye kupola [Design features of rotational settlements of the 21st century. Caisson domes]. *Sbornik dokladov XX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Proc. 22nd Int. Sci. Conf.)*. Tyumen, 2018. Pp. 236–246. (rus)

Сведения об авторе

Токарев Алексей Евгеньевич, архитектор, член Союза архитекторов России, Тюменский индустриальный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, aetokarev65@gmail.com

Authors Details

Aleksei E. Tokarev, Architect, member of the Union of Architects of Russia, Tyumen State Oil and Gas University, 38, Volodarskii Str., 625000, Tyumen', Russia, aetokarev65@gmail.com

УДК 72.032 + 7.032.7

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-94-124

*Е.Н. ПОЛЯКОВ, М.И. КОРЖ,**Томский государственный архитектурно-строительный университет*

СТАНОВЛЕНИЕ ФОРТИФИКАЦИОННОГО ИСКУССТВА В СТРАНАХ ДРЕВНЕГО ВОСТОКА

Статья посвящена сравнительному анализу памятников фортификационного искусства целого ряда восточных государств – от Древнего Египта до средневекового Китая. Сделана попытка выявления основных этапов в развитии оборонительных сооружений – от отдельно стоящей крепости (цитадели, форта) до сложнейших систем городских и пограничных защитных укреплений, включающих крепостные рвы, стены и ворота, боевые башни. Показано, что характер этих архитектурных сооружений во многом определялся статусом города или поселения, особенностями его природного ландшафта, спецификой используемых строительных конструкций и материалов, уровнем развития военного и инженерного искусства. Приведены материалы из области полиоркетики (*греч.* искусство осады городов), показаны основные типы осадных машин и механизмов. Отмечены также достоинства и недостатки пограничных валов и «длинных стен» (*рим.* *limes*). В качестве наиболее ярких образцов рассмотрены оборонительные системы Ассирии, Нового Вавилона, Иудеи и Древнего Китая.

Ключевые слова: Древний Восток; фортификационное искусство; полиоркетика; крепости; городские оборонительные системы; пограничные валы и «длинные стены».

Для цитирования: Поляков Е.Н., Корж М.И. Становление фортификационного искусства в странах Древнего Востока // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 94–124. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-94-124

*E.N. POLYAKOV, M.I. KORZH,**Tomsk State University of Architecture and Building*

FORMATION OF FORTIFICATION ART IN ANCIENT EAST COUNTRIES

The article presents a comparative analysis of fortification art monuments in such East countries from Ancient Egypt to medieval China. An attempt is made to identify the main stages of the fortification development from a stand-alone fortress (citadel, fort) to the most complex systems of urban and border fortifications, including moats, walls and gates, battle towers. It is shown that the nature of these architectural structures is determined by the status of the city or settlement, its natural landscape, building structures and materials, the development of military and engineering art. The materials from poliorceticion (Greek: poliorcetikon, poliorcetika), illustrate the main types of siege machines and mechanisms. The advantages and disadvantages of boundary shafts and long walls (limes). The most striking examples are the defensive systems of Assyria, New Babylon, Judea and Ancient China.

Keywords: Ancient East; fortification art; poliorceticion; fortress; city defense systems; border walls; long walls.

For citation: Polyakov E.N., Korzh M.I. Stanovlenie fortifikatsionnogo iskusstva v stranakh Drevnego Vostoka [Formation of fortification art in Ancient East Coun-

tries]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 94–124.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-94-124

Еще в глубокой древности первобытные племена для обеспечения своей безопасности начали строить укрепленные поселения – городища. Примененные в них защитные приспособления со временем превратились в достаточно эффективные оборонительные системы. Некоторые из них были умело скрыты от взоров неприятеля (волчьи ямы с заостренными кольями на дне, отравленные шипы и т. п.), другие – надежно укреплены (земляной вал с частоколом наверху, наполненный водой ров с отвесными склонами): «Необходимость обезопасить себя от нападения врага отразилась прежде всего на местоположении древних поселений: их стали строить на труднодоступных участках местности – на высоких холмах, при слиянии или на излучинах рек, и т. п. В дальнейшем начали увеличивать крутость холмов, на которых располагались поселения, возводить вокруг последних искусственные преграды – рвы, валы, палисады из бревен, стены из необработанных больших камней и т. д.» [1]. То есть постепенно произошло разделение методов вооруженного противостояния на наступательные и оборонительные действия. Однако примитивные укрепления в виде валов, рвов и палисадов, возводившиеся в период распада родового строя, уже мало отвечали условиям ведения войн рабовладельческого общества, когда вместо самодействующей военной организации населения появилась специальная организация – армия: «Возникновение армии и развитие в связи с этим военного искусства и военной техники определили необходимость усовершенствования также и укреплений. Условия для такого совершенствования были в это время уже налицо. Рабство давало многочисленную и дешевую рабочую силу. Строительное искусство достигло довольно высокой степени совершенства: были разработаны способы добычи и обработки естественного камня и изготовления сырцового и обожженного кирпича, открыты вяжущие вещества, изобретены различные приемы кладки стен и перекрытия проемов, открыты законы устойчивости сооружений. Появились специалисты по строительству различных инженерных сооружений, а также литература по строительному искусству, в том числе по возведению укреплений и по организации их осады...» [Там же].

В своем эволюционном развитии фортификационные сооружения прошли как минимум три стадии. Рассмотрим их в хронологической последовательности.

1. Исходным вариантом защитного сооружения является *крепость* – компактное долговременное укрепление, имеющее постоянный гарнизон, вооружение и запасы. Оно предназначалось для организации длительной круговой обороны. Обычно крепость выполняла функции градостроительного ядра (цитадели) либо самостоятельного укрепления (форта), охраняющего важный стратегических объект – участок государственной границы, источник пресной воды, горный перевал, вершину горы или холма, доминирующего над окружающей местностью, порт или речную переправу. Архитектурно-градостроительное решение подобных объектов во многом определялось топографическими особенностями местного ландшафта.

Древнеегипетские крепости времен *Древнего царства* (3000–2400 гг. до н. э.) имели самые различные конфигурации плана – круг, овал, квадрат, прямоугольник и т. п. Крепостные стены нередко включали башни в виде усеченного конуса. Верхняя площадка ее была ограждена защитным парапетом (брустверной стенкой) для укрытия стрелков. Крепость около Абидоса имела в плане форму прямоугольника 125×68 м. Высота ее стен варьировалась от 7 до 11 м, толщина – более 2 м. Эта крепость имела три входа – главный и два дополнительных (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент оборонительной стены г. Абидоса (https://img-fotki.yandex.ru/get/15552/97833783.caa/0_12977a_ed8b3469_XXXL.jpg)

При штурме вражеских крепостей египтяне использовали штурмовые лестницы с деревянными дисковидными колесами, облегчавшими их транспортировку и установку около штурмуемой стены. Крепостные стены и ворота разрушались тяжелыми металлическими кувалдами и ломами.

Следующим этапом в развитии фортификационного искусства стали линейные системы крепостных сооружений эпохи *Среднего царства* (2150–1700 гг. до н. э.). С их помощью обеспечивалась фланкированная оборона городских стен. Достигалось это путем включения в структуру стен выступающих вперед более высоких башен и прямоугольных массивных выступов (лопаток), напоминающих контрфорсы. С верхних площадок этих сооружений (*валгангов*) защитники могли вести прицельный фланговый огонь по противнику, подсту-

пившему вплотную к стене или к городским воротам. Да и сами крепостные стены стали более совершенными. Вместо сплошных горизонтальных парапетов (брустверов) они были оснащены закругленными наверху зубцами, которые не только защищали оборонявшихся воинов от стрелкового оружия и камнеметов, но и позволяли им наносить подымавшемуся наверх противнику сокрушительные косые удары мечом, секирой или боевым топором. Крепостные ворота были защищены двумя или четырьмя башнями. Для диверсионных вылазок и контратак были предусмотрены потайные выходы (*сортии*). С этого времени и до первой половины Средневековья включительно высокие вертикальные стены и башни становятся основным элементом всех долговременных укреплений. Увеличилось число стен, охватывавших город по периметру. Рассмотрим самые известные древнеегипетские крепости этого периода.

Крепость в Семнэ, возведенная в эпоху Среднего царства, была достаточно сложным оборонительным сооружением, имевшим выступы, стены и башню (рис. 2).

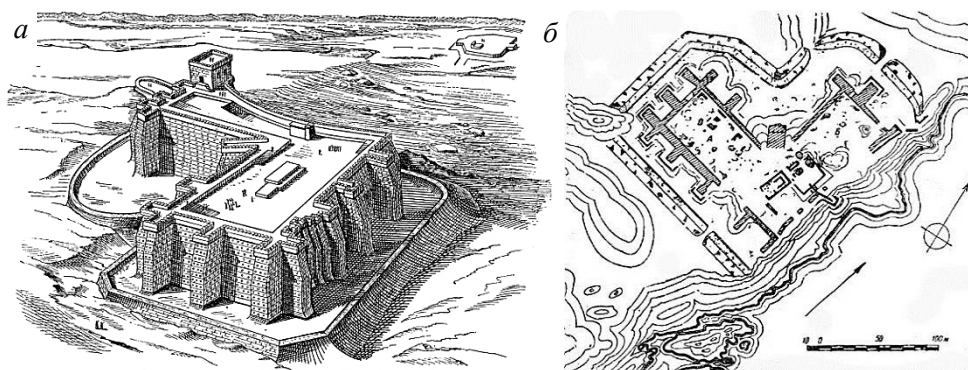


Рис. 2. Древнеегипетская крепость в Семнэ (а) (https://ruread.net/bookimages/32182/i_065.jpg); общая реконструкция по Ж. Перро и Ш. Шипье, план (б) (https://ruread.net/bookimages/707/i_200.png)

Аналогичную структуру имели крепости в Бухене и Миргиссе (Нубия): «Египетские крепости представляли собой мощные оборонительные сооружения, которые возводились либо на равнине, либо на каменистых нильских островах. Нередко крепости строили одну напротив другой на противоположных берегах Нила. Толщина их стен достигала 6–8 м, а высота – 8 м. Две линии мощных крепостных стен Миргиссы, Иккура, Бухена и др., укрепленных контрфорсами, бастиями и башнями прямоугольной или полукруглой формы, окаймляли территорию, как правило, с трех сторон, поскольку со стороны реки жители крепости не нуждались в столь сильной защите, и вдоль Нила воздвигалась лишь одна стена. Но и этого, казалось, было недостаточно: глубокий ров, часто зигзагообразный в плане, и десятиметровый вал по его линии дополняли систему укреплений почти каждой крепости. К Нилу вел защищенный спуск, а подплывающие суда могли укрыться около некоторых крепостей в гавани...» [2] (рис. 3).

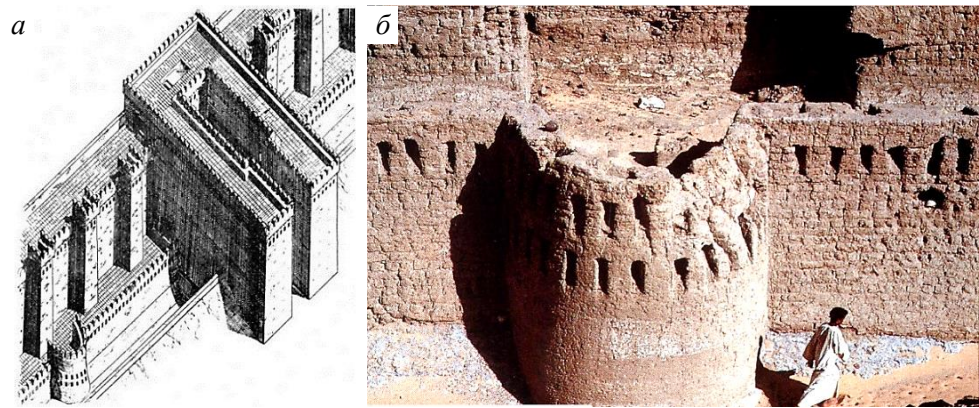


Рис. 3. Главные ворота крепости Бухен (Нубия) (а) (https://www.e-reading.by/illustrations/1063/1063242-img_8.jpg); фрагмент ее оборонительной стены (б) (<https://vignette.wikia.nocookie.net/egyptology/images/1/19/Buhenn.png/revision/latest?cb=20140201000932>)

«(Крепость в Миргиссе) имеет внутреннюю стену высотой в 10 м с выступающими башнями, расположенными на расстоянии 30 м одна от другой на противоположном от реки фаше, и ров шириной в 8 м. В 25 м от внутренней стены построена внешняя стена, которая охватывает крепость с трех сторон; с четвертой стороны круто обрывается к реке скала. Внешняя стена окружена рвом шириной 36 м. Кроме того, на скалистых выступах были построены выдвинутые вперед стенки, примыкающие к углам крепости и позволяющие фланкировать подступы со стороны реки. Две другие стенки защищали главный вход в крепость. Крепость в Миргиссе являлась уже сложным оборонительным сооружением, в основу которого было положено требование фланкирования подступов...» [3] (рис. 4).

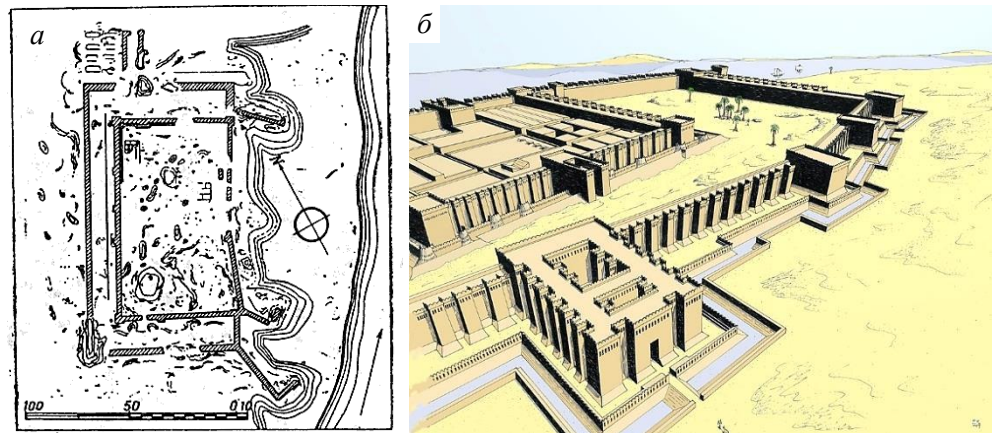


Рис. 4. План египетской крепости в Миргиссе (реконструкция Е.А. Разина) (а) (http://militera.lib.ru/science/razin_ea/1/s05.gif); реконструкция внешней оборонительной стены Бухена (Нубия) (б) (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b3/Buhen3.jpg/970px-Buhen3.jpg>)

При штурме вражеских крепостей египтяне первыми стали использовать постройка, именуемое «черепахой», – навес из плотно сдвинутых щитов, прикрывавший воинов сверху. Ворота и поврежденные участки стены разрушались таранами. Обслуга осадной машины укрывалась под *винеей* – низким навесом, сплетенным из виноградных лоз и покрытым сверху дерном. Мобильные штурмовые отряды использовали деревянные лестницы. В случае длительной осады египтяне возводили вокруг вражеского города или крепости обводную деревянную стену.

2. Фортификационное искусство стран *Двуречья (Месопотамии)* в целом повторило древнеегипетский опыт, но у этих народов имелись свои собственные приемы защиты *городов*. Наиболее ярко это продемонстрировал шумерский город Ур. Это был достаточно крупный укрепленный город длиной около 1 км и шириной 700 м. В плане он имел форму яйца, обращенного острым концом к югу. С севера и запада город был защищен водами Евфрата, а вдоль его восточной стены был прорыт достаточно широкий и глубокий канал. Таким образом, Ур с трех сторон окружала вода. Подойти к нему по суше можно было только с юга, со стороны Персидского залива (рис. 5).



Рис. 5. План города Ура (а) (https://studfiles.net/html/2706/651/html_LVUvznyCSY.9At4/img-40hBpc.jpg); компьютерная реконструкция (б) (https://salik.biz/upload/000/u1/2/f/1_july_2ab7363f4a87a38c5a624cc4f903bc63.jpg)

Крепостная стена Ура, возведенная из кирпича, имела крутые внешние откосы. Эту изогнутую в плане «желтую гору» (запись царя Ур-Намму), похожую на заряженный арбалет, было почти невозможно разрушить ударами таранов. Покатое основание стены отбрасывало вверх заостренные наконечники таранов, во много раз снижая силу их ударов. Сбрасываемые сверху бревна и камни ударялись о наклонную плоскость цоколя и отскакивали от нее под косым углом, буквально сметая приблизившихся к стене вражеских солдат и осадную технику (рис. 6, а): «Против ударного действия таранов и тяжелых снарядов, бросаемых метательными машинами, нижняя часть стен, а особенно башен, или облицовывалась естественным камнем, или делалась с наклонным цоколем, или имела остроугольные выступы, вследствие чего удар тарана происходил не по нормали, а под углом к стене...» [1].

Аналогичные принципы фортификационной системы были применены и в шумерском городе Ниппуре (рис. 6, б).

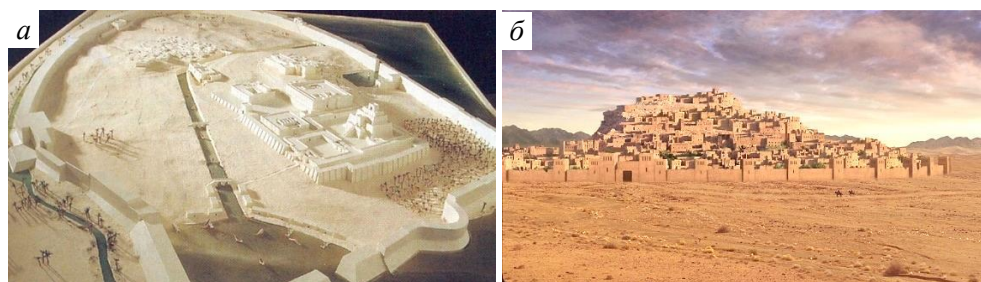


Рис. 6. Макет города Ура (а) (http://m.moldovenii.md/resources/files/photo/f/4/f4b3ba5338f606ac3e872fce61a8a109_181.jpg); город Ниппур (реконструкция) (б) (<https://4.bp.blogspot.com/s640/Nippur.jpg>)

Ассирия в периоды своего наивысшего политического могущества постоянно находилась в состоянии войны с соседними странами – Вавилонией, Египтом, Мидией, Урарту и др. Поэтому военные зодчие одними из первых стали использовать в градостроительстве планировочные принципы *военных лагерей*, имевших в плане прямоугольную либо округлую форму. В центре ассирийского лагеря находилось природное или искусственное возвышение, на котором был установлен царский шатер. По бокам его размещались палатки царской гвардии. В ассирийском лагере были только одни ворота. Они находились напротив царского шатра. От ворот к шатру была устроена «дорога процессий», делившая лагерь на две равные части.

По аналогии с военными лагерями на захваченных землях ассирийцы строили небольшие города-форпосты. При планировке этих городков особое внимание уделялось следующим аспектам:

- учет особенностей климата, ландшафта и рельефа местности;
- строительство искусственных заграждений и препятствий (рвы, каналы, оборонительные валы и т. п.);
- включение царских дворцов, крупных общественных и культовых зданий в оборонительную систему города.

Ярким примером может служить фортификационная система Ашшура – первой столицы этого государства (XII–VII вв. до н. э.). Этот город был расположен на правом берегу Тигра, на вершине скального мыса. Этот мыс завершает горную цепь, отделяющую южную часть Месопотамии от северной. То есть город изначально был укреплен самой природой. Его окружили стеной, сложенной из сырцового кирпича. Высота стены – 15 м, толщина – около 6 м. Стена опиралась на фундамент из огромных каменных глыб. По внешней грани стены через каждые 20 м размещались квадратные фланкирующие башни. На скале, омываемой с двух сторон рекой и ее рукавом, путники, приближавшиеся к городу, видели над линией крепостных укреплений вереницу огромных храмов и дворцов. Высота самого большого из них достигала 60 м. Он был виден со стороны долины на расстоянии 30–40 км. Ашшур был одновременно и стратегической цитаделью, и торговым форпостом.

Фортификационные сооружения Ассирии отличались богатой декоративной отделкой. Это свидетельствует о высоком престиже военного дела в этом государстве (рис. 7).

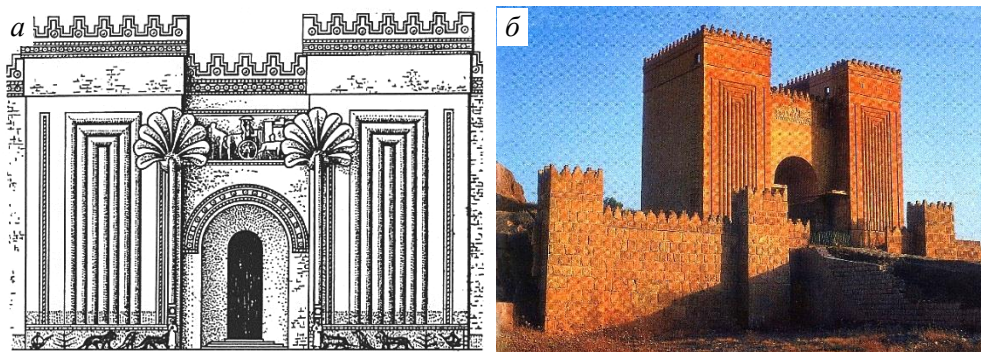


Рис. 7. Ворота дворца Саргона II в Дур-Шаррукине (графическая версия) (a) (https://studfiles.net/html/2706/651/html_BkaEIdO8qX.Bbzg/img-6gW5Zb.jpg); городские ворота Ниневии (б) (http://www.info-islam.ru/_pu/388/73410150.jpg)

«Форма зубцов на стенах была ступенчатой. Это было удобно для установки метательных машин. Для защиты верха крепостных стен ассирийцы также использовали вращающиеся щиты со смещенным вниз центром тяжести. Попав в такой щит, стрела и камень противника приводили его в движение. Качаясь, щит частично гасил энергию удара...» [4, с. 204] (рис. 8).

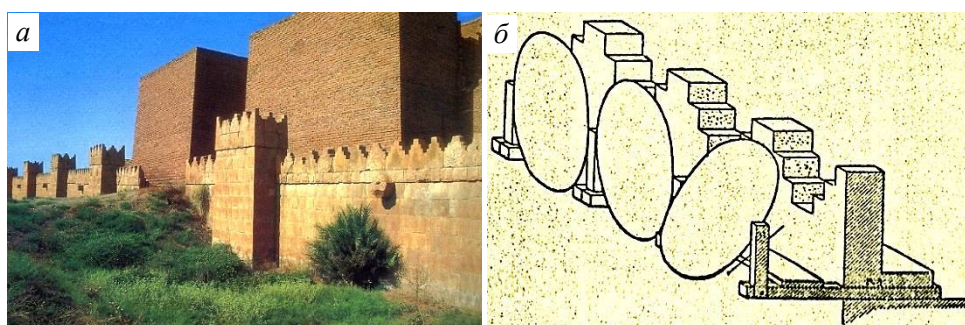


Рис. 8. Крепостная стена Ниневии (нач. VII в. до н. э.) (a) (https://studfiles.net/html/2706/651/html_BkaEIdO8qX.Bbzg/img-ftazMm.jpg); «качающиеся щиты» (по О. Шуази) [5] (б)

Строительство городов в Ассирии было неразрывно связано с развитием полиоркетики – искусства «правильной» осады и штурма крепостей. Поскольку это государство постоянно проводило завоевательную политику, оно внесло огромный вклад в совершенствование различных типов осадных машин: «Приблизительно с IV в. до н. э. появились специальные метательные установки, как настольного действия (баллисты), так и навесного действия (катапульты), метавшие камни и специальные стрелы на 1000 м, подвижные штурмовые башни (гелеполи), которые, будучи подвинуты к стене, давали

возможность осаждающему перебираться по перекидному мостику на верх стены. Существовали также и другие средства, дававшие прикрытие войнам при подходе к стенам (подвижные навесы – *винеи*, *плутеи* и т. д.). Уже с самых древних времен широко применялись подкопы под стены с целью внезапного проникания внутрь осажденного укрепления...» [1].

Из клинописных табличек и каменных рельефов, украшавших царские дворцы, известно, что в армии Тиглатпаласара III (745–727 гг. до н. э.) имелись катапульты: «На рельефах IX–VII вв. до н. э. также сохранились изображения таранов. Наиболее древние из них представляли собой четырех- или шестиколесную повозку с башней для стрелков. На повозке было укреплено бревно. Для удара по воротам вражеской крепости повозку приходилось разгонять. Сила удара зависела от массы повозки и скорости ее движения. Однако при ударах часто ломались оси колес. Поэтому в более поздних сооружениях ударное бревно, снабженное медным наконечником в виде копья или бараньей головы, стали подвешивать на веревках или цепях к высокому деревянному каркасу, поставленному на колеса (рис. 9). Сверху каркас обшивался досками и покрывался сыромятной кожей или мокрыми шкурами (защита от огня). Подвезя таран к воротам, бревно начинали раскачивать. Подвесное бревно позволяло разрушать не только основание стены или ворота, но и крепостные зубцы. Для этого их подвешивали под расчетным углом. Эффективность действия машины возросла многократно по сравнению с более древним вариантом...» [4, с. 204] (рис. 10).



Рис. 9. Варианты ассирийских таранов с неподвижным и подвесным бревном: *справа* – рельеф из северо-западного дворца в Нимруде, ок. 865–860 гг. до н. э. (комната В, панель 18, Британского музея) (<https://bigenc.ru/media/2016/10/27/1237294738/25272.jpg>)

Фортификационный опыт Ассирии был взят на вооружение и усовершенствован военными инженерами и зодчими **Нового Вавилона**. Этот город в период правления Навуходоносора II (605–562 гг. до н. э.) размещался на обширной равнине. План города представлял собою неправильный четырехугольник площадью 16 км², рассеченный надвое руслом многоводного Евфрата: «Вавилон также расположен на равнине: его стены имеют в окружности 385 стадий, толщина стен 32 фута, высота их между башнями 50 локтей, а высота самих башен 60 локтей; дорога по вершине стен настолько широка, что колесницы в четверку лошадей легко могут разъехаться...» [7, с. 685].

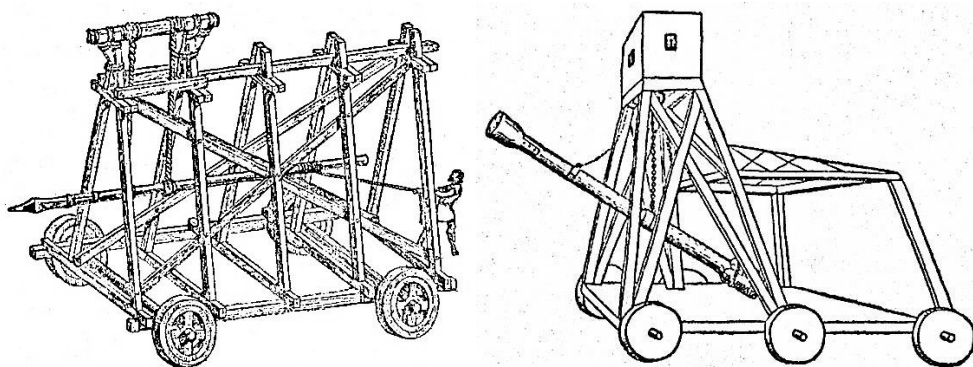


Рис. 10. Конструктивные решения ассирийских таранов с различными углами подвески бревна [6, с. 205] (<http://ok-t.ru/img/baza5/Lekciya-6.-Arhitektura-Assirii-1382995770.files/image019.jpg>)

Вавилон имел идеальную для того времени оборонительную систему, способную выдержать любую осаду. Он был окружен тремя рядами стен общей толщиной в 27 м. Толщина первой (внутренней) стены была 7 м, второй – 7,8 м, третьей (внешней) – 3,3 м. Перед внешней стеной был вырыт глубокий ров. Эту стену построили из кирпича-сырца, а две другие – из обожженного кирпича. Их высота достигала 22–27,5 м: «Чтобы воспрепятствовать врагу, взявшему стену, ворваться внутрь, вокруг особенно важных городов стали возводить двойные и даже тройные стены, устраивая их так, чтобы первую стену, в случае ее потери, можно было поражать со второй и с третьей стен. Особое внимание обращалось на защиту входов, которые по своей системе обороны представляли почти самостоятельные укрепления...» [1].

«Суммарная длина оборонительных стен Вавилона, согласно античным и современным данным, колебалась от 18 до 90 км, число башен – от 200 до 360. Крепостные башни имели в плане форму квадрата со стороной 8,36 м. Они отстояли друг от друга на 44 метра...» [4, с. 274]. Восемь ворот его, выполненных из ливанского кедра и обитых медными листами, были названы именами вавилонских богов – Адада, Бела (Мардука), Гишшу, Ниниба, Шамаша, Забабы и др. (рис. 11). Особой роскошью отделки отличались ворота богини Иштар. Они были выполнены в форме полукруглой арки, покрытой разноцветными, преимущественно ярко-голубыми плитками (рис. 12).

Очень подробное описание фортификационной системы Вавилона оставил Геродот: «При этом мне следует сказать еще, на что употреблена была земля, вынутая из рва, и каким способом сооружена стена. Копая ров, рабочие в то же время выдвигали кирпичи из вынимаемой земли; приготовив достаточное количество кирпичей, обжигали их в печах. Вяжущим материалом служила им горная смола, а через каждые тридцать рядов кирпича они закладывали в стене ряд тростниковых плетенок; укрепили сначала края рва, а потом таким же способом возвели и самую стену. На стене по обоим краям ее поставлены были одноярусные башни, одна против другой; в середине между ними оставался проезд для четверки лошадей. Стена имеет кругом сто ворот, сделанных целиком из меди, с медными косяками и притолоками. Стена эта, как панцырь, об-

нимает город. Другая стена тянется кругом, внутри первой; она лишь немного слабее наружной и уже нее... Стены обоими своими концами доходят до реки; начиная от реки, стены изгибаются и тянутся вдоль обоих берегов в виде плотины из обожженного кирпича...» [8].

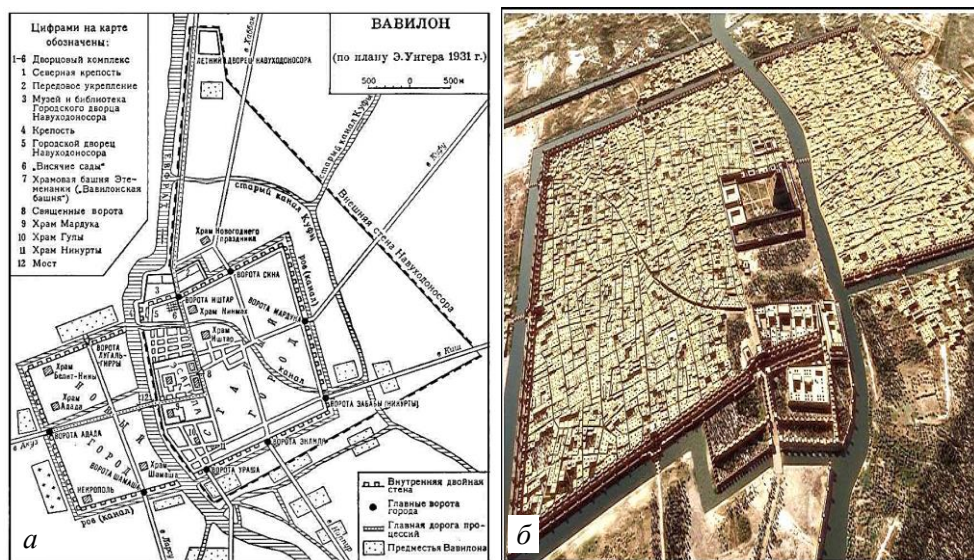


Рис. 11. Планы Вавилона:

a – Вавилон эпохи Навуходоносора II (по плану Э. Унгера, 1931 г.) (https://studfiles.net/html/2706/651/html_fyctWnrIBD.sETk/img-GCXAfj.jpg); *б* – 3D-реконструкция Вавилона (видовая точка) (<https://xn--e1adcaacuhnujm.xn-p1ai/wp-content/uploads/2015/10/vavilon.jpg>)



Рис. 12. Оборонительные стены и башни Вавилона. В центре – ворота богини Иштар (*a*) (<https://www.kadingirra.com/images/ishtar01.jpg>); ворота богини Иштар (Берлинский государственный музей) (*б*) (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Ishtar_gate_Pergamon_Museum.jpg)

Хитроумная водная система позволяла в случае опасности быстро затопить всю равнину вокруг «столицы мира», сделав ее неприступной. Царь

написал об этой системе следующее: «Чтобы наступающие не могли подойти к Имгур-Бел, стене Вавилона, я сделал то, что не сделал ранее ни один царь. На расстоянии 4000 локтей на восток от Вавилона, вдали, чтобы враги не могли приблизиться, я воздвигнул мощную стену, я выкопал ров, я скрепил его с помощью асфальта и кирпича. На краю рва я построил мощную стену высотой подобную горе, я соорудил в ней широкие ворота... Дабы враг, замысливший злое, не мог достигнуть стен Вавилона, я окружил его водами, могучими, как морские валы...» [9] (рис. 13).



Рис. 13. Гидротехническая система Вавилона. Современная реконструкция (<https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/224463/b554b44b-dd38-4b6a-9ecd-8206980b3657/s1200>)

До XIX в. ученые предполагали, что большая часть этих описаний – вымысел. Однако проведенные археологические раскопки на окраине г. Эль-Хилла (Ирак) подтвердили существование этого легендарного города. Результаты раскопок, произведенных в 1899–1917 гг. под руководством Р. Кольдевея (1855–1925), свидетельствуют о не столь больших размерах самого города и его стен, как это сказано у Геродота и других античных авторов. Согласно этим данным, Вавилон представлял собой вытянутый с запада на восток неправильный четырехугольник с периметром стен 8150 м и площадью около 4 км². Но в любом случае оборонительная система Вавилона была одной из самых совершенных в странах Древнего Востока. Она была призвана не только обеспечить защиту этого города от вражеских вторжений, но и подчеркнуть величие вавилонского государства.

Таким образом, укрепленная ограда имела тенденцию превратиться в довольно глубоко эшелонированную позицию, имевшую несколько линий обороны в виде высоких стен, опорные пункты в виде башен, прикрывавших подступы к стенам и фланкирующих промежутки, укрепленные входы, а иногда и передовые укрепления в виде низких стен.

Вавилон считался одной из самых мощных крепостей того времени. Однако в 550 г. до н. э. он был захвачен персидской армией, возглавляемой Киром II. От р. Евфрат по направлению к высохшему озеру персами были тайно вырыты каналы. В праздничную ночь они открыли шлюзы и спустили воды Евфрата по этим каналам в озеро. Уровень воды в реке снизился, и воины Кира через Речной бастион ворвались в город.

Сами персы вопросам фортификации уделяли немного внимания, предпочитая активные боевые действия. Для организации быстрой переброски

войск огромное внимание уделялось строительству стратегических дорог. Вымощенные камнем дороги пересекали страну во всех направлениях. Через каждые 20 км были возведены укрепленные форты с гарнизонами, а через каждые 5 км стояли наготове пикеты всадников, обслуживавшие государственную почту. Эти меры обеспечили быструю переброску мелких и крупных отрядов в любую точку *Древнего Ирана*. Однако у древних персов были свои достижения в области военной архитектуры. Особого внимания заслуживает оборонительная система Персеполиса [10]. Мощные укрепления имели и другие столичные города Ахеменидов – мидийские города Северная и Южная Экбатаны (совр. Тахт-и Сулейман, Хамадан), Сузы.

Северная Экбатана, согласно Геродоту, – столичный город, окруженный семью стенами: «(Деиок) велел возвести большие крепкие стены, теперь носящие название Акбатаны, причем одна стена кольцом замыкалась в другой. Акрополь устроен был так, что одно кольцо возвышалось над другим только своими зубьями. Такое устройство достигнуто было частью благодаря холмистой местности, частью с помощью искусства. Всех колец-стен было семь, в последнем из них помещались царский дворец и сокровищница. Наибольшая из крепостных стен почти такого же объема, как обводная стена в Афинах. Зубцы первой снаружи стены белые, второй – черные, третьей – ярко-красные, четвертой – голубые, пятой – цвета сурика. Так покрашены краской зубья на пяти стенах. Одна из двух последних стен имеет зубцы посеребренные, а другая – позолоченные. Такой акрополь воздвиг Деиок для себя и такими стенами окружил дворец; остальному народу он велел селиться за пределами акрополя...» [8, с. 164–165].

Полибий дает краткое описание Южной Экбатаны: «Первоначально город Экбатаны был столицей Мидии; как говорят, он превосходит все прочие города богатством и великолепием сооружений. Экбатаны расположены у подошвы Оронты, не защищены стенами, но внутри имеют искусственный кремль, превосходно укрепленный. К кремлю прилегает царский дворец...» [6, с. 138].

«Стены укрепленной древней персидской столицы Сузы, возведенные из сырца, имели высоту 20 м, а стены укрепленного дворца в тех же Сузах – 30 м. Толщина каменных стен обычно равнялась одной трети высоты, что обеспечивало достаточную их устойчивость. Стены из сырца имели в среднем толщину в две трети высоты...» [1].

Особый интерес в этом плане представляет фортификационное оснащение городов *Древней Иудеи*. Оно достаточно подробно описано Иосифом Флавием (ок. 37–100 гг.) в его книге «Иудейская война». Книга посвящена основным событиям Первой Иудейской войны (66–71 гг.), в которой он принимал участие в роли правителя Галилеи и военачальника. В нашей статье [11] уже было сделано комплексное сравнение архитектурно-градостроительного и фортификационного искусства древних римлян и иудеев. Поэтому ограничимся здесь лишь небольшими выдержками из этой работы.

Как известно, закладка любого города-крепости начинается с изучения природного окружения. Иосиф Флавий не был профессиональным зодчим, однако его подробные описания живописного ландшафта Иудеи отличаются

предельной точностью и достоверностью. Как военного человека и полководца, его, прежде всего, интересовал «фортификационный» потенциал местности – общая форма и габариты возвышенностей, позволяющие возвести с минимальными затратами линии оборонительных сооружений, высота и крутизна склонов, наличие источников пресной воды, плодородие почвы, местные строительные материалы и многое другое. Он приветствует любые «нестандартные» варианты поселений, гарантирующие безопасность их обитателям: «(Царь) Ирод... выступил против разбойников в пещерах. Эти пещеры, находясь в отлогих горах, были неприступны ни с какой стороны; только очень узкие, извилистые тропинки вели вверх к ним, а скалы, на которых находились их отверстия, отвесно ниспадали вниз в зияющие пропасти. Эта недоступная местность делала царя долгое время беспомощным. Но, наконец, он придумал чрезвычайно действенное средство. Он приказал сильнейших своих воинов опускаться вниз в ящиках на канатах для того, чтобы они могли проникать в отверстия...» [12, с. 73].

Иосиф Флавий принимал активное участие в модернизации многих крепостей Галилеи, «укрепленных природою»: «*Иотаната* почти вся расположена на отвесной скале; со всех сторон ниспадают столь глубокие пропасти, что, когда всматриваешься в эти бездны, глаз от утомления не проникает до глубины; только с северной стороны, где город спускается по склону горы, он бывает доступен; но и эту часть Иосиф окружил укреплениями для того, чтобы возвышающийся над ней горный хребет не мог бы быть занят неприятелем. Прикрытый со всех сторон другими горами, город оставался совершенно невидимым...» [Там же, с. 276] (рис. 14).

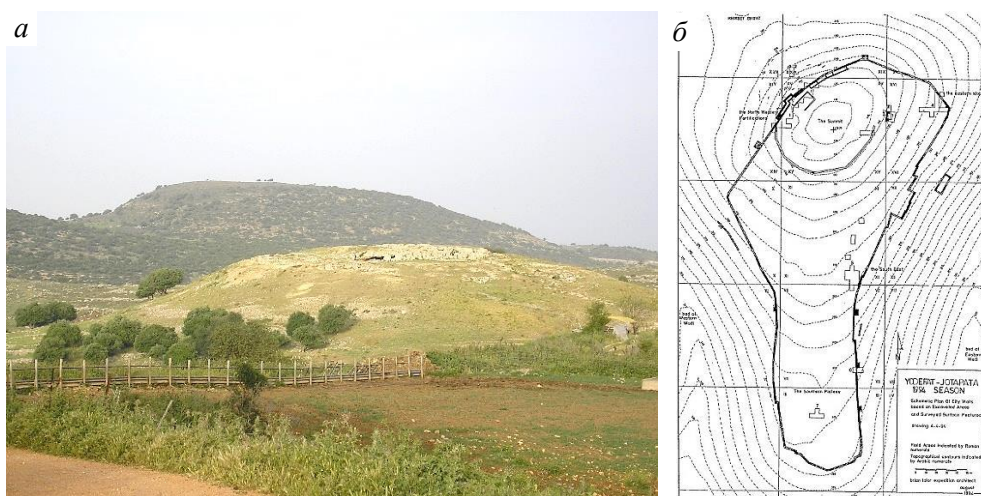


Рис. 14. Место расположения древнего Йодфата (Иодопаты) (а) (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/Almog_IL5_Yodfat.jpg); план крепости (б) (<http://bukvoed.livejournal.com/161206.html>)

Не менее красочно описание *Гамалы* (совр. Гамла) – древнего еврейского города, возведенного на западном склоне Голанской возвышенности: «Га-

мала не сдавалась, так как она... могла надеяться на свое защищенное от природы местоположение. Крутой хребет отделяется от высокой горы и по самой середине образует горб. Последний своей возвышенной частью вытягивается немного в длину и спадает спереди так же круто, как и сзади, так что все в целом изображает из себя вид верблюда, от которого местность эта и получила свое название... С боков... местность окружена недоступными пропастями... Дома, построенные на отвесном боковом склоне холма, лепились и громоздились друг к другу, так что казалось, что город висит в воздухе и вследствие своей покатости готов каждую минуту обрушиться... Такой же точно холм на юге достигает неимоверной высоты и, служа городу как бы крепостью, оканчивается крутым, неогороженным никакой стеной обрывом, ниспадающим в глубокую пропасть. Внутри стены, на самой окраине города, находится водной источник. Таким образом сама природа сделала город почти неприступным...» [12, с. 319–320] (рис. 15).

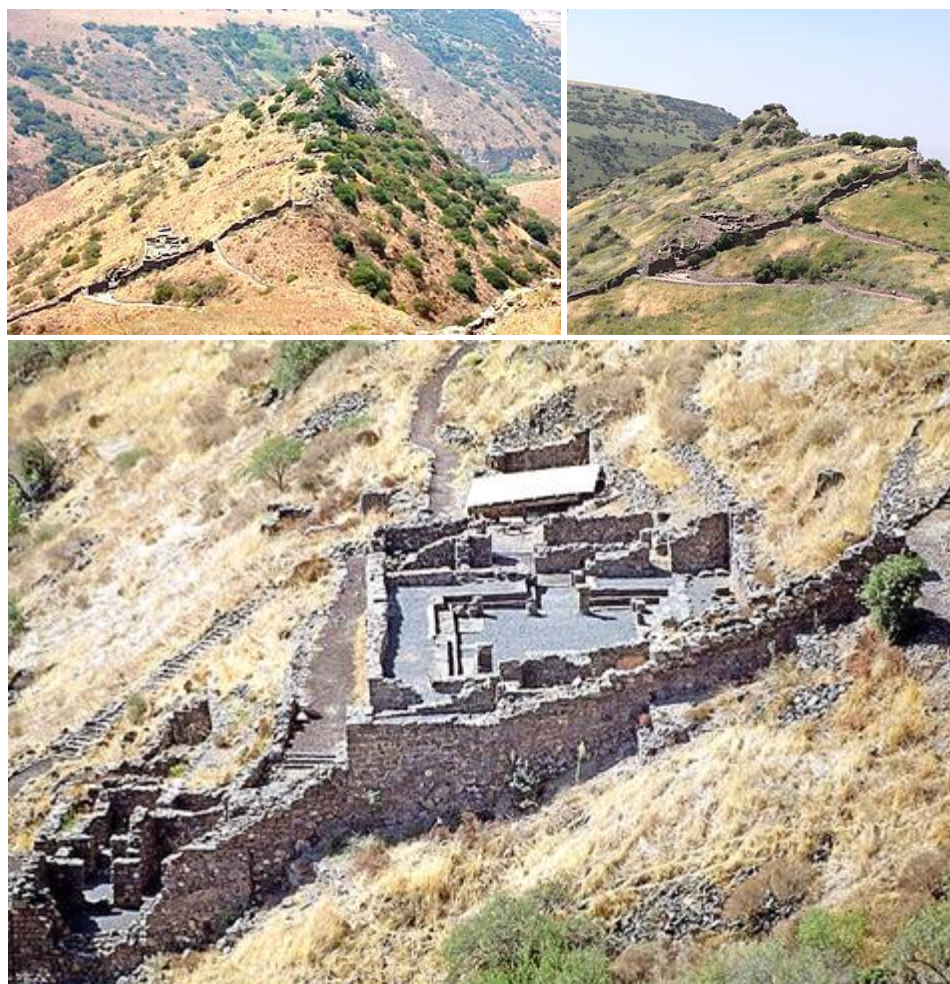


Рис. 15. Руины крепости Гамала (Верблюд) (<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BC%D0%BB%D0%B0#/media/File:GamlaStructures.jpg>)

Не менее подробно описана крепость *Махерон*, возведенная на восточном побережье Мертвого моря (в древности – Асфальтового озера): «Крепость образована была скалистым холмом, подымающимся на чрезвычайную высоту... но природа позаботилась еще о том, чтобы он был недоступен. Со всех сторон он окружен непроницаемой глубины пропастями... Царь иудейский Александр первый осознал благоприятные условия этого места и построил на нем крепость... Когда же на престол вступил Ирод... он обвел... обширное пространство стенами и башнями и основал там город, через который лежал путь в цитадель. Точно так же он и самую вершину горы окружил стеной и построил на углах башни по 160 локтей каждую... В наиболее подходящих местах было построено еще много цистерн для сбора и хранения обильных запасов воды. Таким образом, царь, соперничая с природой, при помощи искусственных сооружений сделал это место еще более непобедимым...» [12, с. 574–575] (рис. 16).

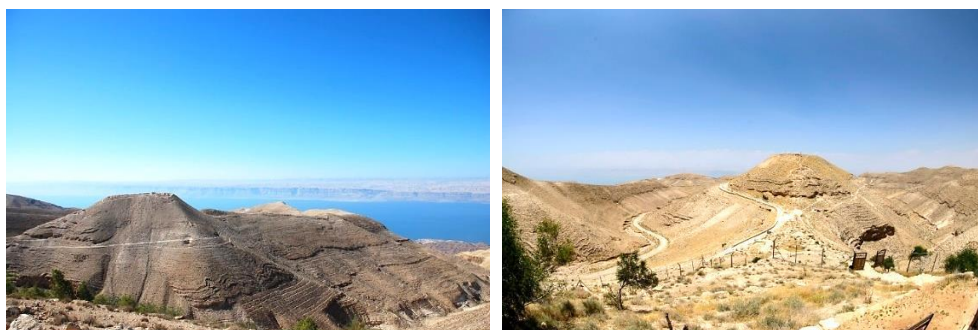


Рис. 16. Крепость Махерон на фоне Мертвого моря (<http://www.arrivo.ru/iordaniya/krepost-maheron.html>)

Вершиной фортификационного искусства иудеев Иосиф Флавий считает крепость *Масаду*. Здесь были реализованы все принципы фортификационного искусства, перечисленные выше: «Природа этой местности такова. Скалистый утес значительного объема и огромной высоты окружают со всех сторон обрывистые пропасти... недоступные ни для людей, ни для животных; только в двух местах, и то с трудом, можно приступить к утесу: одна из этих дорог лежит на востоке от Асфальтового озера, а другая, более проходима, – на западе. Первую, вследствие ее узкости и извилистости, называют Змеиной тропой... Пройдя по этой тропинке 30 стадий, достигают вершины, которая не заостряется в узкую верхушку, а, напротив, образует широкую поляну... Здесь первый построил крепость первосвященник Ионатан, назвавший ее Масадой. Впоследствии царь Ирод... всю вершину... обвел стеной из белого камня и имевшей двенадцать локтей высоты и восемь локтей ширины; на ней были возведены тридцать семь башен, каждая из которых достигала пятидесяти локтей высоты; с этих башен можно было проходить в жилые дома, пристроенные к внутренней стороне стены по всей ее длине. Всю же внутреннюю площадь, отличающуюся тучной и особенно рыхлой почвой, царь оставил для возделывания, чтобы... гарнизон... не терпел нужды... Во всех жилых поме-

щениях наверху, во дворце и перед стеной (царь) приказал вырубить в скалах много больших цистерн, устроив их так, чтобы они могли давать такой же обильный запас воды, какой могут доставлять источники... Так самой природой и искусственными сооружениями крепость была защищена против неприятельских нападений...» [12, с. 585–588] (рис. 17).



Рис. 17. Крепость Масада (<http://ochendaje.livejournal.com/589104.html>)

В отличие от римлян, иудеи не строили полевых лагерей. Они предпочитали укрываться в своих городах и крепостях, расположенных на вершинах гор и холмов, на естественных и искусственных террасах. Штурмовать подобные поселения было сложно и смертельно опасно. Примером может служить осада Гамалы: «Римляне... не будучи в состоянии сопротивляться против нападавших на них сверху... влезли на крыши неприятельских домов, которые были очень низки, но последние долго не могли выдержать тяжести солдат и мгновенно рухнули. Каждый обвалившийся дом опрокидывал многие стоявшие внизу, а эти последние развалили другие, стоявшие еще ниже. Это стоило жизни множеству римлян...» [12, с. 321–322]. «Веспасиан все время оставался при своем поражаемом войске. Сердце его дрогнуло при виде, как город обрушился над его солдатами...» [Там же, с. 322].

Занимая более высокие огневые позиции, иудеи наносили немалый урон врагу: «Зелоты со своих возвышенных позиций стреляли легко и всегда попадали в цель. Кроме того, они, пользуясь благоприятной местностью, воздвигли четыре могущественные башни, чтобы посылать свои стрелы еще с более

высоких пунктов... На этих башнях они разместили катапульты и другие метательные машины, равно как стрелков и пращников. С этих пор Симон уже не был так горяч в своих нападениях... Вылетающие на более далекое расстояние стрелы метательных машин производили... большие опустошения в рядах его бойцов...» [12, с. 387].

Верхний и Нижний города столицы иудеев (Иерусалима) первоначально были обнесены единой («первой») стеной. Затем город расширился к северу и был усилен еще двумя стенами. Вторая стена проходила от Антониевой башни на востоке к воротам Генната на западе. Третья стена окружала еще более обширный район на севере, где на холме Безета располагался пригород, известный как Новый город. В ходе войны восставшие основательно укрепили стены. Они нарастили их высоту до 9 м, возвели серию еще более высоких и мощных квадратных башен. Кроме того, Иерусалим включал самый сложный лабиринт из узких улочек, переулков и подземных коммуникаций (городской водопровод, канализация). Это позволило иудеям совершать внезапные вылазки в любом районе города и захватывать противника врасплох. Таким образом ополченцы, несмотря на все свои религиозно-политические разногласия, сумели организовать эффективную оборону города (рис. 18).



Рис. 18. Храм Ирода в Иерусалиме – главная иудейская святыня (<https://www.ancient.eu/uploads/images/3625.jpg?v=1485681261>)

Историк Тацит подробно описал оборонительные сооружения этого города: «Иерусалима... расположена в труднодоступном месте и укреплена насыпями и крепостными сооружениями, достаточными, чтобы защитить ее, даже если бы она находилась среди ровного поля. Два высоких холма были окружены стеной, образовывавшей ломаную линию, кое-где резко вдававшуюся внутрь, так что фланги нападающих оказывались открытыми; и холмы, и стены располагались на скале, края которой круто обрывались вниз. Там, где помогала гористая местность, городские башни имели высоту шестьдесят ступней, другие, построенные в низинах, – сто двадцать ступней, так что издали они казались одной высоты и производили самое удивительное впечатление. Еще одна стена проходила внутри города и окружала дворец; за ней вздымалась высоко в небо Антониева башня, названная так Иродом в честь Марка Антония...» [13, с. 644]. Тут видна характерная особенность, присущая фортификационному искусству стран Древнего Востока. Все важнейшие ад-

министративные и культовые здания размещались на природных и искусственных возвышениях (холмах, каменных платформах и т. п.). Это не только обеспечивало им защиту во время вражеской осады или народных восстаний, но и наглядно подчеркивало близость земных владык к небесным божествам-покровителям, под защитой которых они находились. Кроме того, дворец или храм служили последним оплотом, в котором спасались осажденные в критической ситуации: «Храм... окружала стена, сооруженная с еще большим искусством, чем остальные... Даже портики, шедшие вокруг всего храма, могли быть использованы при обороне как опорные пункты. Тут же бил... родник, в горе были вырыты подземные помещения, устроены бассейны и цистерны для хранения дождевой воды. Основатели Иерусалима... приняли все меры, (чтобы) город мог выдержать... самую долгую осаду...» [13, с. 645].

Защитники крепостных стен и валов использовали традиционные, проверенные временем методы обороны. При необходимости они быстро наращивали высоту стен. Каменщики работали за деревянными загородками, обтянутыми свежими шкурами. Чтобы ослабить удары таранов, применялись оригинальные «демпферы»: «Иосиф... приказал своим людям набить мешки мякиной и опускать их каждый раз на то место, к которому прицеливался «баран», чтобы изменять его направление и мягкостью мешков ослаблять силу ударов...» [12, с. 282–283]. Взбирающихся по лестницам легионеров обливали кипящим маслом: «Это обожгло римлян и привело их в смятение... Обтянутые своими панцирями и шлемами, (они) не могли освободиться от жгучего масла; прыгая и корчась от боли, они падали с мостов...» [Там же, с. 287–288]. Перекидные мостки и аппарели иудеи посыпали вареной греческой сочевицей (местный вид травы), чтобы сделать их скользкими: «Они высыпали на доски сваренное греческое сено, по которому римляне, скользя, скатывались вниз. Ни те, которые отступали назад, ни другие, которые стремились вперед, не могли удержаться на ногах...» [Там же].

Одной из важнейших причин успешного сопротивления иудеев было совершенство их *строительных материалов и конструкций*. Это было противостояние инженерного ума и грубой силы. В оборонительной войне судьба осажденного города нередко зависела от размеров и прочности его стен и фундаментов. Флавий с восхищением пишет об огромных циклопических блоках, из которых были сложены многие крепостные сооружения иудеев: «Поразительна была также величина камней, употребленных для башен (Иерусалима), ибо последние были построены... из обтесанных белых мраморных глыб... Каждая измерялась двадцатью локтями длины, десятью локтями ширины и пятью – толщины; и так тщательно они были соединены между собой, что каждая башня казалась выросшей из земли одной скалистой массой, из которой уже впоследствии рука мастера вырезала формы и углы – так незаметны были швы сооружения...» [Там же, с. 416–419]. С этой технической проблемой римляне, похоже, столкнулись впервые: «Тит приказал привезти тараны и направить их на западную галерею внутреннего храмового двора. Еще раньше против этой стены работал шесть дней, не переставая, сильнейший таран, но без всякого успеха... Мощные по своей величине и сочленению камни ничему не поддавались... В то же время подкапывали осно-

вание Северных ворот и после долгих усилий выломали передние камни, однако сами ворота, поддерживаемые внутренними камнями, устояли...» [12, с. 515]. Инженерное искусство иудеев приводило их врагов в восхищение: «Когда Тит вступил в (Верхний) город, он дивился его могучим укреплениям... Рассматривая вышину массивного сооружения, чудовищную величину каждого камня и тщательность сочленения их, он воскликнул: «Мы боролись, покровительствуемые Богом; только он мог оттолкнуть иудеев от таких крепостей, ибо что значили бы человеческие руки или машины против таких башен?..» [Там же, с. 542]. Чаще всего иудеев подводила ненадежность деревянных конструкций, в том числе и тех, которые были облицованы металлом: «Тем временем солдаты подожгли ворота; расплавившееся повсюду серебро открыло пламени доступ к деревянным балкам, откуда огонь, разгоревшись с удвоенной силой, охватил галереи...» [Там же, с. 516–517].

Следует отметить, что чисто военному превосходству римлян иудеи смогли противопоставить прочность своих построек. Многие защитники крепостей в свое время принимали участие в их строительстве. Они в совершенстве знали механические свойства местного грунта и скальных пород, особенности устройства фундаментов и крепостных стен, поэтому во время осады города могли очень быстро прорывать узкие *подземные ходы (подкопы)* под земляные валы и осадные орудия противника. В первом случае они устраивали «мины» (ниши под опорной частью вала или башни, внутри которых возводили прочный деревянный каркас, удерживающий вес сооружения). По завершении работ каркас обмазывался горючим веществом и поджигался. Горящая конструкция рушилась вместе с находящимся над ней участком стены. Во втором случае иудейские «диверсанты» в ночное время выбирались из подземных ходов наружу, приводили в негодность или поджигали осадные орудия и машины. По завершении операции они вновь скрывались в подземелье, разжигали за собой костер и обрушивали его своды. Подобные эпизоды неоднократно упоминает Флавий: «Лучшая дисциплинированная часть ратного люда... (изобретала) новые защитные средства против осадных орудий. Но ни в чем они так бойко не превосходили врагов, как в проведении подкопов...» [Там же, с. 82]. Осаждавшие Масаду воины Менахема Галилеянина под градом стрел не могли открыто подкопать стену. Поэтому они «выкопали мину по направлению к одной из башен, укрепили ее подпорками, подожгли эти последние и вышли наружу. Как только фундамент сгорел, башня мгновенно рухнула...» [Там же, с. 223]. Воины Иоанна смогли провести подземный ход под римский вал, возведенный напротив Антониевой башни в Иерусалиме, «и подпереть столбами как самый ход, так и сооружения, находившиеся над ним». Затем они положили туда дрова, обмазанные смолой и асфальтом, и подожгли их. «Когда подпоры сгорели, мина обвалилась и за ней с большим грохотом обрушились сооружения...» [Там же, с. 466]. Однако тут случился чисто технический просчет. Римские тараны не смогли повредить могучей каменной кладки этой башни, однако стена внезапно рухнула «на том месте, где Иоанн прокопал мину под прежние валы...» [Там же, с. 487].

Опыт «минной» войны римляне, в свою очередь, взяли на вооружение и использовали его при осаде г. Гамалы. Иосиф Флавий поведал о том, как

трем воинам XV легиона удалось ночью незаметно проникнуть в главную башню, бесшумно сдвинуть в ее основании пять огромных камней и быстро ретироваться. Башня обрушилась вместе с дежурившими на ней стражниками: «Находившиеся на других постах караулы бежали в смятении...» [12, с. 325–326].

Стратегия «правильной» осады иудейских городов и крепостей, принятая римлянами, оказалась правильной. Военно-техническое оснащение римских легионеров (стационарные башни, тараны и метательные машины) было намного совершеннее, чем у их противников. Иудеи смогли противопоставить мобильной осадной технике римлян лишь качественное конструктивное решение крепостных сооружений и достаточно эффективную тактику «минной» войны, в том числе устройство подземных подкопов. Но этого оказалось недостаточно для успешного сопротивления легионам Веспасиана и Тита.

Города-крепости считались гарантом безопасности и в географически изолированной *Древней Индии*. Согласно «Законам Ману», «одной из важнейших обязанностей царя являлось возведение укрепленных пунктов. Крепость могла быть сооружена из камня и земли, а подступы к ней преграждались водой или деревьями. Каждую крепость следовало хорошо обеспечить оружием, деньгами, зерном, транспортными животными, кормом для скота и водой. В гарнизоне крепости находились брахманы и достаточное количество воинов и ремесленников. Оборонительные сооружения увеличивали силу сопротивления воинов. Один стрелок, помещенный на городском валу, сопротивляется сотне (неприятелей), сотня – десяткам тысяч...» [14]. Следует отметить, что многие древнеиндийские города были хорошо укреплены. Укрепления состояли из стен с башнями. Вокруг стены обычно выкапывали широкий и глубокий ров. Стены г. Палимботра, по словам Арриана, имели 570 башен и более 60 прочных ворот. Однако, утверждая, что неприятель не может причинить вреда царю, который укроется в крепости, «Законы Ману» явно переоценивали стратегическое значение крепостей. Несмотря на несовершенство осадной техники того времени, мобильные войска были в состоянии овладеть даже самыми сильными укреплениями. Пассивная оборона успеха не приносила.

Кроме того, в «Законах Ману» даны краткие указания в отношении способов овладения укрепленным городом. Индийская стратегия предпочитала брать крепости не штурмом, а длительной осадой: «Прежде всего следует обложить город со всех сторон и расположить лагерь свое войско. Затем необходимо опустошить окрестности города, уничтожить подножный корм, продовольствие, топливо и воду, разрушить валы, завалить рвы; на противника нападать неожиданно и тревожить его ночью...» [Там же].

3. Третьей разновидностью фортификационных сооружений в странах Древнего Востока являются *пограничные валы* и *длинные стены*.

Еще египтяне в эпоху Среднего царства для защиты южных границ построили целых три линии крепостей в районах первого и второго порогов Нила. Особое внимание они уделяли снабжению гарнизонов всех этих крепостей водой. Для этого устраивались «стратегические» колодцы или потайные выходы к реке. Дальнейшее развитие это направление в фортификации получило в государстве *Наури (Урарту)*.

В XIII–XII вв. до н. э. в районе оз. Ван, на территории, расположенной между Кавказом, северной Месопотамией, северо-западным Ираном и Малой Азией, проживали племенные союзы страны Наири. Территория, которую они занимали, была надежно защищена горными хребтами, что создавало благоприятные условия для обороны страны. На важнейших направлениях урарты возводили мощные крепости. Стены их высотой до 20 м были сложены из огромных базальтовых глыб весом до 6 т. Столицей Урарту был г. Тушпа, расположенный на берегу оз. Ван. Возле него на высокой скале была сооружена мощная крепость. В конце IX в. до н. э. государство Урарту достигло своего наивысшего могущества. В этот период было окончено строительство Ванской крепости и на восточных подступах к Тушпе создана целая система укреплений. Аналогичная система укреплений с самостоятельными отсеками была возведена и в северной части страны. Одна из крепостей имела стены толщиной около 4 м. Она защищала подступы к западному побережью оз. Севан.

Особенность военного искусства Урарту заключалась в том, что основой обороны здесь были именно крепости, а не поселения воинов, как в Древнем Египте. Крепости были опорными пунктами в центре страны и преграждали все проходы, которые вели к Урарту. В завоевательных войнах крепости также являлись опорными пунктами на захваченных территориях и обеспечивали там господство урартов. Здесь была создана эшелонированная система обороны, способная расчленить и нейтрализовать маневры самых крупных воинских соединений, нанеся им чувствительный урон. Ведя на северных и восточных рубежах успешные военные действия против народов Закавказья и Ассирии, с помощью крепостей и их мобильных гарнизонов цари Урарту закрепляли за собой завоеванные земли. Крепости Урарту были четырех видов:

1. Столица Тушпа на берегу оз. Ван – стратегическая база для военных походов, место дислокации резервных армий.
2. Административные центры (г. Эрбунни – совр. Ереван).
3. Охранные (пограничные) крепости (г. Амкуберд на берегу оз. Ван, г. Тейшебаини на холме Кармир-блур близ Еревана).
4. Форты – долговременные укрепления, способные вести длительную круговую оборону; они защищали водные источники, горные перевалы и иные стратегически важные объекты.

Строительство крепостей Урарту, как правило, велось на труднодоступных участках – на вершинах горных утесов и холмов, на каменистых платформах, дарованных природой. При выборе участка обязательным условием было наличие водного источника (рис. 19).

План города или крепости урартов идеально вписывался в очертания скалы или горного плато. Это позволяло сделать стены естественным продолжением природных склонов (рис. 20).

Это не позволяло противнику эффективно использовать осадную технику и многократно затрудняло подъем на стены с помощью осадных лестниц, шестов и арканов с крюками. Подъем наверх осуществлялся по подземной галерее с замаскированным входом.

До начала возведения крепости выбранный под нее холм подвергался специальной обработке. Склоны его иногда подпирались массивными камен-

ными террасами, что предотвращало оползни. Террасы засеивались многолетней травой, деревьями, виноградниками или злаковыми культурами. Все эти меры помогали укрепить склон (рис. 21).

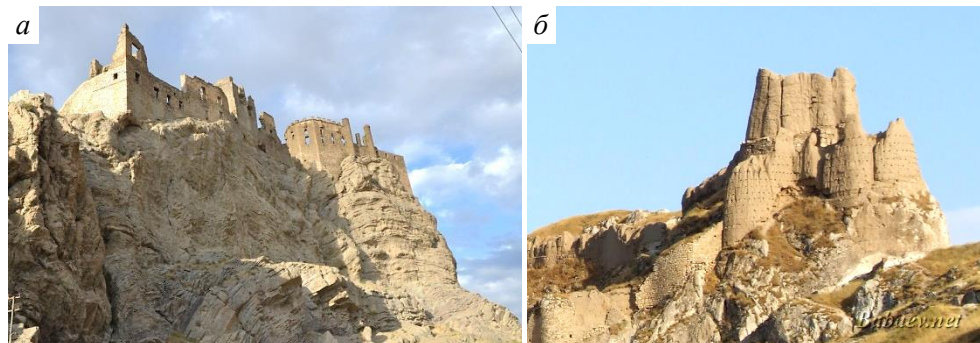


Рис. 19. Крепость на вершине скалы (а); руины крепости Тушпа на берегу оз. Ван (б) (<http://akunq.net/tr/wp-content/uploads/2016/09/Van-Kalesi.jpg>)



Рис. 20. Крепость Эрбуні (аэрофотосъемка) (а) (<https://ostarmenia.com/wp-content/uploads/2016/07/213543513511.jpg>); план крепости Эрбуні (б) (https://studfiles.net/html/2706/651/html_KEbVp1T70.WmHq/img-YtJlft.jpg)

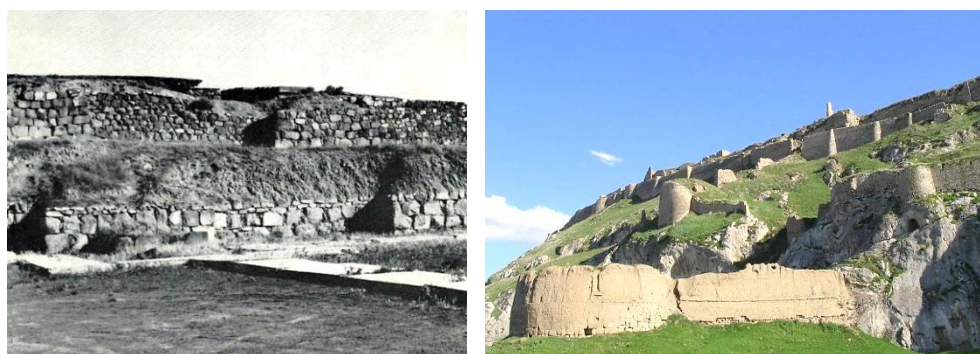


Рис. 21. Каменные террасы, укрепляющие подножие крепости (г. Эрбуні) (<http://dostoyanieplaneti.ru/media/k2/galleries/4048/1280px-Erebuni112.jpg>)

Возведение фортификационных построек на скальном грунте обычно не требовало фундамента. В этом случае в скале вырубалась выемка под каменное основание стен, выполняемое из циклопических блоков. При строительстве же на сыпучих грунтах применялись ленточные фундаменты из каменных блоков. Например, в Тушпе, столице Урарту, использовали отесанные блоки из базальта и туфа размером $600 \times 200 \times 75$ см. На равнинах крепости возводили на искусственных платформах из кирпича-сырца и камня (заимствование опыта стран Двуречья и Ассирии) (рис. 22).

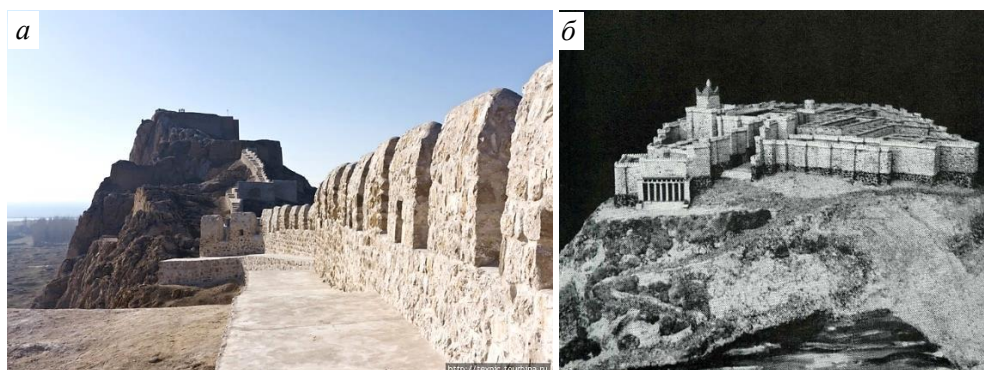


Рис. 22. Участок стены крепости Тушпа (а) (<https://www.arm-congress.com.ua/wp-content/uploads/2016/11/%3.jpg>); макет крепости Эрбунни (б) (https://studfiles.net/html/2706/651/html_KEbBvp1T70.WmHq/img-srKGPf.jpg)

С древнейших времен все города и цитадели *Древнего Китая* окружались крепостными стенами. Очень яркими примерами регулярной планировочной системы в древнекитайском градостроительстве являются города Лои (Лоян) и Чанъань (рис. 23).

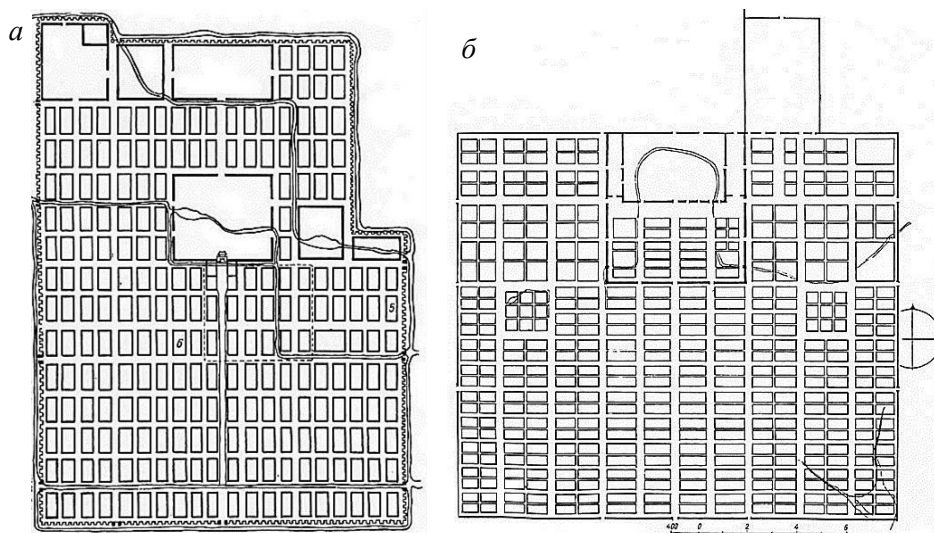


Рис. 23. Планы городов Лои (Лоян) (а) и Чанъань (б) (<http://ok-t.ru/studopedia/baza/16/3477566860842.files/image008.jpg>)

Приведем цитаты из «Всеобщей истории архитектуры», посвященные этим городам:

«Столица *Лоу* (Дунду – “восточная столица”, VIII в. до н. э.) была сооружена по плану, об основных принципах которого сообщается в главе Као-гун-цзы (о технике) книги Чжоу-ли (Обряды Чжоу), написанной в III в. до н. э. В тексте указывается, что проектировалась столица по установленному плану. Город имел квадратный план, каждая сторона которого была длиной в 9 ли (около 2,25 км). Он был обнесен крепостной стеной, имевшей с каждой стороны трое ворот. Лоу пересекался девятью широтными и девятью меридиональными улицами, шириной в 9 осей колесниц (23 м). В центре города находился дворец правителя с царским двором в передней части. С правой стороны от дворца возвышался храм божеств земли и злаков, а слева – храм в честь предков правителя – вана. Позади дворцовых помещений находился рынок. Система симметричной планировки городов, сложившаяся в глубокой древности, сохранялась на протяжении двух тысячелетий...» [15, с. 422].

«*Чанъань* был большим городом, периметр его занимал более 25 км... Каждая из четырех сторон стены имела трое ворот с тремя отдельными проходами, достигавшими 8 м в ширину, так что по дороге, проложенной от ворот к центру города, могли одновременно проезжать 12 повозок. Городские стены состояли из стволов утрамбованной земли, над воротами находились деревянные башни... Помимо мощных стен, Чанъань был окружен огромным ровом, наполненным водой, через который к воротам вели каменные мосты шириной 19 м. Улицы были проложены согласно традиционной планировочной схеме. Девять улиц пересекали город с юга на север, девять – с запада на восток, образуя 60 отдельных кварталов “ли” (позднее, с периода Тан такие городские кварталы стали называть “фан”), замкнутых глинобитными стенами, имевшими на каждой из четырех сторон ворота, закрывавшиеся на ночь...» [Там же, с. 430].

В период «воюющих царств» (Чжунь Го, 481–221 гг. до н. э.) на северных границах княжеств Цинь, Чжоу и Инь началось строительство пограничных валов и стен, которые были призваны защитить страну от набегов кочевников (гуннов, монголов и др.). Эти укрепления не сохранились. Частью их считается **Великая Китайская стена** («Стена 10 тыс. ли»). Она была возведена в период правления Цинь Ши-хуанди (246–210 гг. до н. э.), который превратил Китай в единую империю Цинь. Стена пересекает северные провинции Китая и имеет несколько ответвлений.

Согласно различным данным, ее длина достигала 4000 км. Фактически так называемая Великая Китайская стена имеет протяжение в 5 тыс. ли, что составляет около 2500 км. Великая стена начинается у старой китайской крепости Шаньхайгуань на берегу Ляодунского залива, идет в общем направлении на запад по горным хребтам, по берегам рек и заканчивается у крепости Дзяюйгуань у хребта Рихгофен. Великая стена представляет собою земляной вал, облицованный камнем. Высота ее вместе с прямоугольными зубцами равняется 9 м, а толщина составляет около 8 м в нижней части и около 5 м – в верхней. Через каждые 75 м были устроены четырехугольные двухэтажные башни с внутренними лестницами. Их высота достигает до 12–14 м: «Несколь-

ко выступая за плоскость стены и возвышаясь над ней, башня давала возможность вести стрельбу не только вперед и в стороны, но и в тыл, в случае прорыва врага внутрь укрепления, т. е. башня имела круговую оборону. Высота башни составляла обычно полторы высоты стены. Командующее положение башни по отношению к стенам давало возможность вести обстрел стен сверху, в случае если противнику удавалось взобраться на какой-либо ее участок. Таким образом, башни превратились в опорные пункты укрепленной ограды...» [16]. Через каждые 100 м имеются выступы для фланкирования подступов к стене. Многочисленные ворота защищены стенками, расположенными полукругом. Из 60 000 башен уцелело лишь 20 000.

Первоначально Великая Китайская стена сооружалась только из щебня и земли, и лишь позднее была произведена ее облицовка кирпичом и камнем. При императоре Цинь Ши-хуанди основным материалом для возведения стены служили большие камни, подгоняемые вплотную один к другому. Между камнями слоями укладывалась утрамбованная земля [17]. Там, где не было камня, стену возводили в виде земляной насыпи (рис. 24).



Рис. 24. Фрагменты Великой Китайской стены, построенные из спрессованной глины (а) и из камня (б) (<https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/1365646/f537d698-c26b-4e28-8ce3-c65043c1ea23/s1200>)

В отдельных горных районах сами скалы служили естественной преградой. С учетом месторасположения стены рвы с водой использовались здесь на сравнительно небольших участках (не более 360 км). Строительство исходного варианта стены длилось более десяти лет. Затем она неоднократно перестраивалась и достраивалась, поэтому ее отдельные участки различаются как по материалам, так и по методам строительства. Некоторые фрагменты стены облицованы кирпичом или крупными каменными блоками. Швы между камнями почти незаметны, поэтому стена производит впечатление монолитной. Согласно письменным источникам, при укладке каменных блоков строители в качестве раствора использовали клейкую рисовую кашу с примесью гашеной извести. Возведение стены производилось отдельными участками. С течением времени она разрушалась и вновь восстанавливалась. Монтажные работы продолжались до XVII столетия. Летописи сообщают о сотнях тысяч китайских крестьян, рабов и солдат, которые сооружали стену, терпя огромные лишения.

Стену охраняли военные гарнизоны численностью 145 человек. Каждый гарнизон отвечал за охрану определенной группы сторожевых башен. В распоряжении командиров было несколько конных гонцов. Солдаты пограничных войск наделялись участками земли, расположенными рядом со стеной. Они обзаводились семьями и домашним хозяйством.

Большое внимание уделялось организации службы связи. Вдоль стены были расположены наблюдательные посты, удаленные друг от друга на 4 км. Возле каждого поста лежала куча сухого тростника, который поджигался при появлении вероятного противника. О его численности сообщалось условными световыми сигналами. Каждый пост был обязан передать принятый им сигнал дальше. Для этих целей в XIV в. начали применять сигнальные ракеты. Установлено, что еще в III в. до н. э. китайцы изобрели порох, который долгое время служил лишь для устройства праздничных фейерверков. Известны лишь отдельные случаи боевого применения пороха в VIII и XIII вв. (рис. 25).



Рис. 25. Великая Китайская стена. Видовые точки стен, башен (<https://fotovmire.ru/wp-content/uploads/2019/04/13194/bashnja-velikoj-kitajskoj-steny-na-uchastke-mutjanjui.jpg>)

Великая Китайская стена воздвигнута на горных хребтах. Ее строителям неоднократно приходилось преодолевать ущелья, вершины, огибать отроги. Именно в этом уникальное архитектурное своеобразие этого фортификационного сооружения. Похожая на гигантского дракона, расположившегося вдоль северных границ Китая, стена органично вписывается в окружающий ее суровый горный ландшафт, визуально сливается с ним, составляя единое целое: «То поднимаясь на вершины, то стремительно падая вниз, стена своим объемом и силуэтом подчеркивает сложность горного рельефа, его прихотливые изгибы. Кажется, что это сооружение, грозное и неприступное, является продолжением окружающего ландшафта, столь же сурового и величественного...» [17] (рис. 26).

Несмотря на все эти меры, Великая Китайская стена так и не смогла стать неодолимым препятствием для кочевников (гуннов, монголов и др.), которые неоднократно одолевали северный рубеж империи.

Таким образом, в отличие от круговых оборонительных стен, предназначенных для защиты больших городов, Великая Китайская стена служила монументальным щитом для всей северной границы огромной империи. Воз-

можно, что именно здесь была доведена до совершенства методика строительства протяженных пограничных укреплений, упомянутая в трактатах Витрувия «Десять книг об архитектуре» (кон. I в. до н. э.) [18] и римского военного теоретика Публия Флавия Вегеция Рената «О военном деле» (кон. IV – нач. V в.) [3].



Рис. 26. Участки Великой Китайской стены в горной местности (<https://million-wall-papers.ru/strany-mira-1063-android/velikaya-stena-v-zimnij-period-108666.html>)

Завершая данное исследование, можно сделать следующие выводы, касающиеся основных этапов развития фортификационного искусства стран Древнего Востока.

1. Первые фортификационные сооружения появились приблизительно в VII–IV тысячелетиях до н. э. Потребность в них возникла в связи со строительством постоянных поселений, жители которых занимались земледелием. Будучи привязаны к определенной территории, они были вынуждены защищать свою жизнь и имущество от нашествий кочевых племен. Примерами подобных укреплений стали первобытные городища, постоянные и временные военные лагеря. В этих постройках их создатели экспериментировали с самыми различными строительными конструкциями и материалами, оценивали их прочность и огнестойкость. Этот опыт получил дальнейшее развитие в архитектуре рабовладельческих государств (Древний Египет, Месопотамия и др.).

2. Начальным этапом в становлении фортификационного искусства стало строительство сравнительно небольших крепостей, изначально служивших укрепленными центрами постоянных поселений. В дальнейшем их стали воз-

водить для защиты стратегически важных объектов – водных источников, доминантных возвышенностей (вершин холмов, горных плато), горных ущелий и перевалов, караванных путей, дорог и портов. Образцы подобных построек можно встретить в архитектуре большинства древневосточных государств, начиная с Древнего Египта эпохи Древнего царства. На этих небольших «моделях» апробировались самые различные формы, размеры и способы пространственного комбинирования ограждающих стен, боевых башен и крепостных ворот, выявлялась оптимальная форма зубцов и бойниц, способы устройства оборонительных рвов и быстрого заполнения их водой. Одновременно с этим начались испытания самых различных типов осадных машин и механизмов, развивались технологии устройства подкопов, способы минирования вражеских укреплений. Это послужило могучим стимулом для развития полиоркеттики – искусства осады и защиты городов и крепостей.

3. Дальнейшей стадией в развитии фортификационного искусства стали оборонительные системы малых, средних и крупных городов. В работе рассмотрены системы городских фортификационных укреплений Шумера, Ассирии, Урарту, Древнего Ирана, Иудеи, Индии и Китая. Наиболее подробно оценены многоступенчатые системы обороны Вавилона времен правления Навуходоносора II (605–562 гг. до н. э.) и Древней Иудеи периода Первой Иудейской войны (I в. н. э.).

4. Особое внимание в работе уделено строительству оборонительных валов и «длинных» стен, возведенных на границах древневосточных государств. Отмечено, что в этих сооружениях учитывались особенности природного рельефа местности и характер ее водных источников, свойства используемых строительных материалов. Тщательно продумывалась система защиты этих протяженных укреплений, способы визуальной и звуковой связи между сторожевыми башнями, мобильными отрядами и тыловыми гарнизонами, варианты их размещения и дислокации при появлении противника. В качестве примеров рассмотрен опыт Древнего Египта, Урарту и Древнего Китая (Великая Китайская стена). Являясь фундаментом для последующего развития фортификационного искусства античных государств (Древней Греции и Рима), оборонительных укреплений времен Средневековья и Нового времени, эти памятники военного зодчества представляет огромную научную ценность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шперк В.Ф. История фортификации (гл. I–V). Москва, 1957. URL : <http://www.fortification.ru>
2. Египетские крепости в Нубии. URL : https://historylib/history_books/Galina-Belova_Egiptyane-v-Nubii/10
3. Публий Флавий Вегетий Ренат. О военном деле = Publius Flavius Vegetius Renatus. Epitoma Rei Militaris / пер. с лат. С.П. Кондратьева. URL : <http://www.xlegio.ru/sources/vegetius/>
4. Поляков Е.Н. Архитектура Древнего мира: в 2 т. Т. 1. Архитектура стран Древнего Востока. Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2016. 400 с.
5. Шузи О. Всеобщая история архитектуры / пер. с франц. Н.С. Курдюкова, Е.Г. Денисовой. 3-е изд., испр. и доп. Москва : Изд-во «Э», 2017. 576 с.
6. Полибий. Всеобщая история в сорока книгах. Т. II (кн. VI–XXV) / пер. с греч. Ф.Г. Мищенко. Санкт-Петербург : Наука : Ювента, 1995. 421 с.

7. *Страбон*. География в 17 книгах / под общ. ред. С.Л. Утченко ; пер., статья и комментарии Г.А. Стратановского. Москва : Научно-изд. центр «Ладомир», 1994. 941 с.
8. *Геродот*. История в девяти книгах / пер. и прим. Г.А. Стратановского ; под общ. ред. С.Л. Утченко. Ленинград : Наука, 1972. 600 с.
9. *Белявский В.А.* Вавилон легендарный и Вавилон исторический. Москва : Мысль, 1971. 319 с.
10. *Левашова, А.С., Поляков Е.Н.* Дворцовый комплекс в Персеполе // Материалы LX-й научно-технической конференции студентов и молодых ученых (г. Томск, 23–24 апреля 2014 г.). Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. С. 810–819. URL : http://www.tsuab.ru/upload/filesarchive/files/60_stud_konf_TGASU_2014c_file_1_4101.pdf
11. *Поляков, Е.Н., Паришуков, Д.С.* Вопросы полиоркеттики в книге Иосифа Флавия «Иудейская война» // Архитектон: известия вузов (электрон. журн.) / Урал. гос. архитектурно-худож. академия. 2016. Сентябрь. № 55. URL : http://archvuz.ru/2016_3/4
12. *Иосиф Флавий*. Иудейская война / пер. с нем. Я.Л. Чертка. Москва : АСТ: Астрель, 2011. 608 с.
13. *Тацит К.* Анналы. История / пер. с лат. А.С. Бобовича, Г.С. Кнабе. Москва : Эксмо, 2012. 896 с.
14. *Разин Е.А.* История военного искусства с древних времен до первой империалистической войны 1914–1918 гг.: в 2 ч. Ч. I. Военное искусство рабовладельческого общества. Древний Восток, Греция, Македония и Рим (XIII в. до н. э. – V в. н. э.). Москва : Воениздат, 1939. 208 с.
15. *Всеобщая история архитектуры* (ВИА): в 12 т. Т. 1. Архитектура Древнего мира / под ред. О.Х. Халпахьяна, Е.Д. Квитницкой, В.В. Павлова, А.М. Прибытковой. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Стройиздат, 1970. 512 с.
16. *Разин Е.А.* История военного искусства: в 3 т. Т. 1. История военного искусства XXXI в. до н. э. – VI в. н. э. Санкт-Петербург : ООО «Издательство Полигон», 1999. 560 с.
17. *Ацепков Е.А.* Архитектура Китая. Очерки. Москва : Госиздат по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1959. 367 с.
18. *Витрувий*. Десять книг об архитектуре / пер. с лат. Ф.А. Петровского. Ротапринтное издание. Москва : Архитектура-С, 2006. 328 с.

REFERENCES

1. *Spark V.F.* Istoria fortifikatsii (glavy I–V) [History of fortification (chapters I–V)]. Moscow, 1957. Available: www.fortification.ru
2. *Egipetskie kreposti v Nubii* [Egyptian fortresses in Nubia]. Available: [https:// history-lib/history-books/Galina-Belova_Egiptyane-v-Nubii/10](https://history-lib/history-books/Galina-Belova_Egiptyane-v-Nubii/10)
3. *Publius Flavius Vegetius Renatus*. O voennom dele [Epitoma Rei Militaris]. Available: www.xlegio.ru/sources/vegetius/ (transl. from Lat.)
4. *Polyakov E.N.* Arhitektura Drevnego mira [Architecture of the Ancient world], in 2 vol. In: Arhitektura stran Drevnego Vostoka [Architecture of the Ancient Near East]. Tomsk: TSUAB, 2016. 400 p. (rus)
5. *Choisy A.* Histoire de l'Architecture [History of architecture]. 3rd ed., Moscow: E, 2017. 576 p. (transl. from Fr.)
6. *Polybius*. Vseobshaia istoria v soroka knigah [The Histories]. St.-Petersburg: Nauka, Juventa, 1995. 421 p. (transl. from Gr.)
7. *Strabonis*. Geografiya v 17 knigakh [Rervum Geographicarvm Libri XVII]. S.L. Utchenko, Ed. Moscow: Ladoimir, 1994. 941 p. (transl. from Gr.)
8. *Gerodot*. Istoriya [Herodotus history], in 9 books. Leningrad: Nauka, 1972, 600 p. (transl. from Gr.)
9. *Bielawsky V.A.* Vavilon legendarny i Vavilon istorichesky [Babylon the legendary and Babylon historical]. Moscow: Mysl', 1971. 319 p. (rus)
10. *Levashova A.S., Polyakov E.N.* Dvortsovy kompleks v Persepole [Palace complex in Persepolis]. Materialy LX-i nauchno-tehnicheskoi konferentsii studentov i molodykh uchenykh (Proc. Sci. Conf. of Students and Young Scientists). Tomsk: TSUAB, 2014. Available: www.tsuab.ru/upload/filesarchive/files/60_stud_konf_TGASU_2014c_file_1_4101.pdf (rus)

11. *Polyakov E.N., Parshukov D.S.* Voprosy poliorketiki v knige Iosifa Flaviia «Iudeiskaia voina» [Poliorcetic questions in Joseph Flavius's book "Judean war"]. Architecton. Available: http://archvuz.ru/2016_3/4
12. *Flavius J.* Iudeiskaia voina [Judean war]. Moscow: AST, Astrel, 2011. 608 p. (transl. from Germ.)
13. *Tacitus.* Annaly [The annales]. Moscow: Eksmo, 2012. 896 p. (transl. from Lat.)
14. *Razin E.A.* Istoria voennogo iskusstva s drevnih vremion do pervoy imperialisticheskoy voinui 1914–1918 gg. [History of military art from ancient times to the first imperialist war of 1914–1918], in 2 vol., Part I. Voennoe iskusstvo rabovladelicheskogo obshestva. Drevny Vostok, Dretsia, Macedonia i Rim (XIII v. do n. e. – V v. n. e.) [Military art of slave-owning society. The ancient East, Greece, Macedonia and Rome (13th century BC – 5th century AD)]. Moscow: Voenizdat, 1939. 208 p. (rus)
15. *Klinickaia E.D., Pavlov V.V., Pribytkova A.M.* Vseobshaia istoria arhitektury (VIA) [General history of architecture], in 12 vol. V. 1. Arhitektura drevnego mira [Architecture of the ancient world], 2nd ed., O.H. Khalpakchyan, Ed. Moscow: Stroyizdat, 1970. 512 p. (rus)
16. *Razin E.A.* Istoria voennogo iskusstva [History of military art], in 3 vol., V. 1. Istoria voennogo iskusstva XXXI v. do n. e. – VI v. n. e. [History of military art of the 31st century BC – 6th century AD]. St.-Petersburg: Polygon, 1999. 560 p. (rus)
17. *Ashchepkov E.A.* Arhitektura Kitaia. Ocherki [Chinese architecture. Essays]. Moscow: Stroiizdat, 1959. 367 p. (rus)
18. *Vitruvius Pollio M.* Desyat' knig ob arkhitekture [The ten books on architecture]. Moscow: Arkhitektura-S Publ., 2006. 328 p. (transl. from Lat.) Vseobshaia istoria arhitektury [General history of architecture], in 12 vol., 2nd ed. Moscow: Stroyizdat, 1970. 512 p. (rus)

Сведения об авторах

Поляков Евгений Николаевич, докт. искусствоведения, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, polyakov.en@yandex.ru

Корж Михаил Иванович, студент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, colia.tomsk@yandex.ru

Authors Details

Evgenii N. Polyakov, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, polyakov.en@yandex.ru

Michail I. Korj, Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, colia.tomsk@yandex.ru

УДК 711.4-112: 72.035 (470)

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-125-137

*В.М. МЖЕЛЬСКИЙ,
Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет (Сибстрин)*

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ В СТИЛИСТИКЕ СОВЕТСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ 1930-Х ГОДОВ

Статья посвящена переломному этапу в истории советской архитектуры, связанному с изменениями в её стилистической направленности, когда вместо господствовавших ранее конструктивистских форм стали преобладать другие – характерные для ар-деко, неоклассицизма и эклектики. Актуальность темы состоит в том, что этот период до сих пор недостаточно изучен и представляет особый интерес для исследования. Автор ставит цель рассмотреть процессы, происходящие в архитектуре того времени, выявить их основные предпосылки и черты архитектурного стиля эпохи. Методологическим подходом исследования является комплексный анализ научных публикаций на эту тему и памятников архитектуры исследуемого периода. Основными результатами стали выводы о том, что исследуемый период сопровождался как эволюционными, так и кардинальными изменениями в архитектуре, он был связан и с общей направленностью архитектурной политики государства, и с индивидуальным творчеством отдельных архитекторов. Всё это определило особенности противоречивого, переходного стиля советской архитектуры 30-х гг. XX в.

Ключевые слова: конструктивизм; постконструктивизм; советская архитектура; архитектурная политика; декоративное убранство.

Для цитирования: Мжельский В.М. К вопросу об изменениях в стилистике советской архитектуры 1930-х годов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 125–137.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-125-137

*V.M. MZHEL'SKY,
Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering*

CHANGES IN SOVIET ARCHITECTURAL STYLES IN THE 1930s

Purpose: The aim of the paper is to study the history of Soviet architecture, associated with changes in its stylistic orientation, when instead of the previously dominant constructivist forms other forms began to prevail, namely Art Deco, neoclassicism and eclecticism. The paper explores the processes in architecture of that time, identifies the main prerequisites for the formation of that architectural style. **Methodology/approach:** The methodological approach includes a comparative analysis of scientific publications and buildings of Soviet architecture of the 1930s. A comprehensive study is conducted to identify the prerequisites, processes and features of the architecture of this period. **Research findings:** The main results concern the period under study accompanied by both evolutionary and cardinal changes in architecture associated with the general architectural policy of the government and the creativity of architects. All this determines the peculiarities of the controversial, transitional style of Soviet architecture. The analysis of the controversial architectural style considers the individual genesis. This style is formed under specific conditions and

has its own history. Architectural competitions of the 1930s demonstrate the stylistic diversity of architecture and the evolutionary transition from constructivism to Soviet neoclassicism observed in the works of those architects who previously designed the style of constructivism. The term post-constructivism means both a purely chronological concept, that is a period in the history of architecture following the epoch of constructivism and the specific architectural and stylistic phenomenon which still combines constructivism and elements of the subsequent style. A search for individual architects determines the style of the 1930s. In this regard, the term post constructivism best reflects the diversity of architecture of that time, taking into account the historical era and national identity, and the use of elements typical to Art Deco, Neo-Renaissance, or Classicism. **Practical implications:** The research results can be used to further studying the architecture of this period as well as in the preparation of courses on the history of Soviet architecture of the 1930s. This study makes it possible to realize historical, artistic and cultural value of this style, thereby preserving it in the future. **Originality/value:** The history of the architecture of that period is still not well understood and is of particular interest for researchers. This study considers both well-known and insufficiently studied buildings of Soviet architecture of the 1930s, compares the obtained facts and opinions of other authors'. As a result, the paper combines, compares and analyzes interesting information on this topic and investigates concrete facts. Also, a comparison is given to the architecture of the studied and previous periods.

Keywords: constructivism; post constructivism; Soviet architecture; architectural policy; decoration.

For citation: Mzhelsky V.M. K voprosu ob izmeneniyakh v stilistike sovetskoi arkhitektury 1930-kh godov [Changes in Soviet architectural styles in the 1930s]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 125–137.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-125-137

Переходный период от конструктивизма к неоклассике в советской архитектуре, который пришёлся на 30-е гг. XX в., известен как постконструктивизм. Любые подобного рода процессы, характеризующиеся изменениями в архитектурном стиле, представляют особый интерес для исследования. Вышеупомянутый период в этом смысле остается недостаточно изученным, несмотря на то что ему неоднократно уделялось внимание в научных публикациях. Цель исследования – проанализировать основные процессы, происходящие в архитектуре того времени, и их предпосылки, определить особенности стиля переходного периода, опираясь на различные, порой противоречивые мнения исследователей, а также на непосредственный анализ отдельных памятников архитектуры тех лет.

Конструктивизм, получивший распространение в советской архитектуре середины и второй половины 20-х гг. XX в., был тем новым стилем, который отверг все прежние стилистические традиции и каноны. Он соответствовал новому – революционному духу времени и стал по сути большим – господствующим стилем, пришедшим на смену эклектике и модерну предшествующих десятилетий. При этом следует отметить, что, несмотря на господство конструктивизма, в то время одновременно с ним продолжали существовать другие стилистические тенденции, встречающиеся в творчестве отдельных

архитекторов. Например, И.В. Жолтовский всегда придерживался в своём творчестве традиционалистского неоклассицистического направления и никогда ему не изменял, в том числе и в «эпоху конструктивизма». И.А. Фомин также разработал собственный стиль «красной дорики», основанной на «реконструкции классики» в соответствии с особенностями новой пролетарской идеологии, черты которой, по замыслу архитектора, этот стиль должен был выражать. И это был иной творческий поиск, отличный от того, к чему стремились архитекторы-конструктивисты, отвергнувшие архитектурные традиции прошлого и опиравшиеся на абстрактные лаконичные геометрические формы, обусловленные функциональными и конструктивными особенностями зданий и сооружений.

Следует, однако, отметить, что период господства конструктивизма в определенной степени отразился на творчестве и неоклассиков, и эклектиков-традиционалистов. И.А. Фомин, создавая лаконичный стиль, в своих творческих поисках приблизился к конструктивизму, хотя и использовал упрощённые ордерные формы. Это видно на примере двух зданий, построенных по его проектам в Москве: дома общества «Динамо» (1928–1931 гг.) и особенно на примере здания Министерства путей сообщения (1934 г.) с характерной башней с часами, угловыми балконами, вертикальным остеклением и карнизом небольшого выноса простого профиля (рис. 1). Известно, что подобные башни с часами – довольно распространённый элемент в архитектуре конструктивизма. В качестве примера можно привести здание почтамта в Харькове (1928–1930 гг.) (архитектор А. Мордвинов) и др.



Рис. 1. Здание Министерства путей сообщения в Москве (1934 г.). Арх. И.А. Фомин

Академики архитектуры, ретроспективисты А.В. Щусев, В.А. Щуко и один из лидеров сибирской региональной архитектурной школы А.Д. Крячков, которые также профессионально сложились ещё до революции и продемонстрирова-

ли умение работать в различных архитектурных стилях, на рубеже 20–30-х гг. XX в. стилизовали некоторые свои работы в соответствии с новой рациональной архитектурой или откровенно работали «под конструктивизм» [1, с. 11].

Но даже творчество такого преданного приверженца неоклассики, как И.В. Жолтовский, подверглось влиянию эпохи. В это время он единственный раз в своей творческой деятельности уделяет внимание промышленному зодчеству и в 1927 г. проектирует здание Центральной тепловой электростанции МОГЭС, архитектура которого в соответствии с его утилитарным назначением лишена характерного для построек Жолтовского декоративного убранства, но при этом имеет большие остеклённые эркеры и широкие окна. В 1927–1929 гг. по его проекту были построены два боковых крыла здания Госбанка на Неглинной улице, фасады которых имеют сдержанный декор в стиле итальянского ренессанса, состоящий в основном из руста, карниза и слабовыступающих пилястр, а достаточно большие, сдвоенные окна с узкими простенками придают их облику современный вид и могут рассматриваться как характерная черта архитектуры конца 20-х гг. XX в.

Жилой дом на Моховой улице в Москве (1933–1934 гг.) можно отнести к постконструктивистским экспериментальным поискам И.В. Жолтовского (рис. 2). Известно, что прообразами для него послужили палаццо Префеттицио (Лоджия дель Капитаньо) и палаццо Вальмарана в Виченце. Но при этом заметно, что ренессансная архитектурная декорация наложена на фасад жилого здания первой половины 30-х гг. XX в. и не во всём соответствует его внутренней структуре. Архитектурное убранство Лоджии дель Капитаньо с выразительными полуколоннами композитного ордера воспроизведены достаточно точно в композиционной схеме фасада палаццо Вальмарана, хотя и в иных более величественных масштабах. Но в данном случае оно не оправдано конструктивно и играет чисто декоративную роль, а оконные проёмы, расположенные между полуколоннами, чрезмерно широкие.



Рис. 2. Жилой дом на Моховой улице в Москве (1933–1934 гг.). Арх. И.В. Жолтовский

Очевидно, И.В. Жолтовский сознательно облегчил заполнение между полуколоннами ордера в целях осовременить творческую реплику Палладио, из-за чего остеклённые поверхности оконных проёмов занимают значительную часть поверхности фасада здания, что характерно для конструктивизма и постконструктивизма. Данная черта отсутствует в более поздних постройках Жолтовского, все элементы которых, включая оконные проёмы, уже имеют выверенные классицистические пропорции.

Считается, что поворот к неоклассике в советской архитектуре начался после проведения в 1931–1933 гг. международного конкурса на проект Дворца Советов в Москве. Именно там столкнулись новые и традиционалистские направления в архитектуре, и последние в результате одержали победу, потому что в большей степени выражали чаяния политической элиты того времени. Однако и более ранний архитектурный конкурс на проект здания Библиотеки имени В.И. Ленина в 1928 г. показал ослабление позиций приверженцев «новой» архитектуры, поскольку в результате предпочтение было отдано проекту В.А. Щуко и В.Г. Гельфрейха, несмотря на то что он подвергся резкой критике с их стороны за эклектизм. Т.Ф. Давидич отмечает, что в Харькове постконструктивизм, «вернувший классицистические элементы на фасады», появился уже в 1925–1927 гг., и при этом отдельно выделяет появившийся одновременно с ним стиль «конструктивного ар-деко» [2]. Но бесспорно то, что конкурс на проект Дворца Советов был наиболее значимым событием в жизни архитектурной общественности того времени, в котором участвовали архитекторы, представлявшие все существовавшие тогда архитектурные направления. Именно поэтому он стал наиболее показательным и поворотным в истории отечественной архитектуры начала 30-х гг. XX в., определил её приоритеты и дальнейшие пути развития.

В значительной части научных и научно-популярных работ, посвященных истории советской архитектуры 1930-х гг., процесс перехода к неоклассике рассматривается в основном в контексте процессов, происходящих внутри страны. И сами изменения в архитектуре объясняются исключительно внутренними причинами. Такой подход в целом логичен и характерен для советских историков архитектуры. Но также предпринимались попытки сопоставить развитие советской и зарубежной архитектуры того времени [3]. И при более широком взгляде на проблему в контексте мировой архитектуры невозможно не отметить, что обращение к неоклассике было общеевропейской, точнее, общемировой тенденцией в архитектуре того времени [4, с. 344–346].

Обычно принято сравнивать сталинскую архитектуру с архитектурой Германии и Италии, где так же, как и в Советском Союзе, была мощная государственная идеология, хотя и с иной спецификой. В связи с этим в научной литературе появился термин «тоталитарная архитектура», которой присущи монументальные формы и идеологическая направленность [5, с. 21]. Здесь же необходимо упомянуть и архитектуру США, где также в 30–40-е гг. XX в. наблюдалось увлечение монументальным классицизмом. Достаточно вспомнить здание Пентагона (архитектор Джордж Бергстром) или мемориал Джефферсону, спроектированный Джоном Поупом, которого, наряду с И.В. Жолтовским, можно причислить к наиболее ярким и убежденным приверженцам

неоклассицизма в архитектуре 2-й четверти XX в. Но классицизм, получивший в то время распространение в североευропейских странах, хотя и не был связан с тоталитарной идеологией, также обнаруживает сходство со сталинской архитектурой.

Несмотря на то что поворот от конструктивизма к неоклассике произошёл в соответствии с предпочтениями политических элит того времени, изменения в архитектурном стиле происходили эволюционным путём. О назревавших переменах в архитектуре может свидетельствовать поздний конструктивизм, который иногда называют «обогащенным конструктивизмом». В этом стиле выстроен Дом Правительства, известный также как «Дом на набережной» архитектора Б.М. Иофана (1927–1931 гг.). К числу зданий, построенных в этом стиле, можно также отнести Большой драматический театр в Иванове (архитектор А.В. Власов, 1932–1939 гг.) и Театр имени М. Горького в Ростове-на-Дону (архитекторы В.А. Шуко и В.Г. Гельфрейх, 1930–1935 гг.), архитектура которых «обогащена» фасадными членениями, обрамлениями окон и т. п. Фасад ростовского театра украшен горельефами работы С.Г. Королькова.

Здания, выстроенные в стиле «обогащённого» конструктивизма, имеются и в Новосибирске. К наиболее характерным примерам такого стиля относится жилой дом-комбинат (НКВД) сер. 1930-х гг., расположенный по адресу ул. Серебренниковская, 23 (архитекторы Б.А. Гордеев, С.П. Тургенев, И.Т. Воронов), в разработке фасадов которого использованы приемы декоративного оформления: вертикальные членения в виде лопаток, простые обрамления окон, горизонтальные полосы в межоконных простенках, имитирующие ленточное остекление [6, с. 176]. Также в качестве примеров можно привести дом жилищного кооператива «Сибирь на рельсы» (1934–1936 гг.) по адресу пр. Димитрова, 6 (архитектор Я.Е. Кузнецов), дом по адресу Красный проспект, 57, 1933 г., которые являются одними из первых многоквартирных жилых домов Новосибирска, выстроенных в стиле конструктивизма с дополнением лаконичных декоративных элементов, характерных для постконструктивизма и классицизма.

Следует, однако, отметить, что и во второй половине 20-х гг. XX в., когда в советской архитектуре преобладал конструктивизм, в Новосибирске строились здания, на фасадах которых присутствовали элементы, характерные для упрощенного классицизма и рационального модерна. Например, здание Сельскохозяйственного техникума по адресу ул. Кирова, 103 (архитектор А.Д. Крячков), выстроенное в 1927 г. в духе стилизованного, схематизированного классицизма, или Закаменский клуб, построенный в тот же год на ул. Добролюбова, в архитектурном облике которого присутствуют черты рационалистического модерна и классицизма [7, с. 72]. В данном случае это можно рассматривать, скорее, как рецидивы архитектуры прошлого в «эпоху конструктивизма» либо как альтернативные архитектурные направления, не играющие определяющей роли. И конечно, не все здания того времени можно отнести к стилю «чистого» рационального конструктивизма, при том что лаконизм и рационализм в целом был присущ архитектуре 20-х гг. XX в.

Но уже в первой половине 30-х гг. XX в. конструктивизм начинает сдавать свои позиции, а потом и совсем исчезает. Видимо, накопилась некая критическая масса господствующего архитектурного стиля, прошло прежнее оча-

рование новизной авангарда, что, судя по всему, и создало предпосылки для перемен стилистики в архитектуре. Архитекторы стали работать над пластическим обогащением архитектурной формы посредством декора, что уже было заметно на примере зданий периода позднего конструктивизма и постконструктивизма.

При сопоставлении советской архитектуры того времени с современной ей архитектурой других стран, в частности с ар-деко или немецкой и итальянской «тоталитарной» архитектурой, необходимо учитывать, что несмотря на универсальность классики и на все возможные параллели, советская архитектура имела свой индивидуальный генезис, определяемый и условиями её существования, и творческими поисками отдельных архитекторов. Кризис авангардных направлений в архитектуре, очевидно, был связан и с тем, что они были в должной степени оценены лишь частью профессионального архитектурного сообщества, но не были восприняты потребителем, в том числе начальством, т. к. не подходили для решения актуальных задач. В публикациях советского времени, рассматривающих внутренние процессы, влияющие на формирование стиля, отмечалось, «что примерно с 1928 г., когда практически все строительство развивалось под знаком “новой архитектуры”, помимо взаимной критики творческих организаций, началась реальная и весьма жесткая критика со стороны потребителя. Эта критика... выражала недовольство чересчур решительным вмешательством архитекторов в установившиеся формы быта, разрывом с привычными эстетическими нормами, излишней упрощенностью геометризированных архитектурных форм» [1, с. 11]. Также отмечалось, что «чрезвычайная, по сравнению с “новой архитектурой”, гибкость классических “законов красоты”, удивительное разнообразие композиционных возможностей и пластических форм позволяли выразить в образах архитектуры богатство идейно-художественного содержания» [Там же, с. 15].

Архитекторы того времени уделяли большое внимание решению градостроительных проблем, созданию ансамблей улиц и площадей. Это было связано и с проектированием крупных общественных зданий, таких как Дворец Советов в Москве, Дворец Советов в Ленинграде и т. п., и с разработкой генеральных планов крупнейших городов Советского Союза, проведенной в середине 30-х гг. XX в. В связи с этим менялась композиционная концепция города и его элементов: «Возрождались периметральная застройка, классицистические принципы построения городских ансамблей» [8, с. 16]. Это также повлияло на изменение архитектурного стиля, поскольку «гибкость классических “законов красоты”, удивительное разнообразие композиционных возможностей и пластических форм» хорошо для этого подходили.

Изменению в стиле сопутствовали и другие события в области архитектуры. Например, для развития архитектурной науки и подготовки кадров архитекторов высшей квалификации в 1933 г. была создана Академия архитектуры СССР, при которой было организовано издательство, осуществившее за короткое время выпуск большого числа классических трудов по истории и теории архитектуры. В архитектурном образовании теперь большое внимание уделялось исследованию композиционных возможностей классической архитектуры.

С.О. Хан-Магомедов отмечал, что в начале 30-х гг. советские архитекторы как бы возвращались через 10–12 лет к неоклассике 1910-х гг. Причем тогда были живы и активно работали творческие лидеры тех предыдущих лет (И. Жолтовский, И. Фомин, В. Щуко, А. Таманян, А. Щусев и др.) [9]. После смены архитектурной политики в СССР в 30-е гг. XX в. к освоению классического наследия обратились те архитекторы, которые ранее работали в стиле конструктивизма. Например, И.А. Голосов – автор известного конструктивистского шедевра – Дома культуры имени С.М. Зюева – строит в 1934–1937 гг. жилой дом Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева на Яузском бульваре, в котором возвращается к своим прежним экспериментам с ордерными формами. Основоположники советского конструктивизма М.Я. Гинзбург и И.И. Леонидов в 1937 г. участвуют в строительстве санатория им. С. Орджоникидзе в Кисловодске, в архитектуре которого присутствуют элементы, характерные для постконструктивизма.

Черты переходного периода в архитектуре того времени выражались, в частности, в корректировке разработанных ранее конструктивистских проектов в соответствии с принципами нового неоклассического направления или даже в придании фасадам уже выстроенных конструктивистских зданий неоклассической композиции. В качестве примера можно привести угловой шестиэтажный жилой дом «Сибзолото», расположенный на пересечении улиц Каменской и Октябрьской в Новосибирске (рис. 3).



Рис. 3. Жилой дом «Сибзолото» в Новосибирске. 1-я половина 30-х гг. XX в. Арх. А.И. Бобров, Б.А. Гордеев

Он был построен в 1932 г. по проекту архитектора А.И. Боброва в стиле конструктивизма и получил новое декоративное оформление фасадов с использованием неоклассических элементов по проекту Б.А. Гордеева. Это декоративное оформление, состоящее из крупного руста на уровне первого этажа, лопа-

ток, ширинок с лепным орнаментом, свидетельствует о появлении нового направления в архитектуре Новосибирска того времени. Примечательно, что к этой неоклассической теме обратился именно Б.А. Гордеев – в прошлом один из крупнейших новосибирских архитекторов-конструктивистов. Но, решая проблему оформления фасада жилого дома «Сибзолото», он вынужден был считаться с особенностями архитектуры конструктивистского здания. В результате плоские упрощенные ордерные членения в виде лопаток оказались наложенными на имеющуюся основу: разные размеры оконных проемов сбивают их с четкого ритма, а число межоконных простенков продиктовало нечетное их количество, и одна из лопаток встала по центру фасада.

Здание управления треста «Запсибзолото» на Красном проспекте, также построенное по проекту А.И. Боброва, представляет собой ещё один характерный пример архитектурной практики конца 1930-х гг., когда возведенное в формах конструктивизма здание было «улучшено» эклектичным накладным декором. Новое декоративное убранство его главного фасада было выполнено в 1936 г. по проекту архитектора В.М. Тейтеля. На фронтоне-аттике здания был размещен барельеф, выполненный скульптором С.Р. Нардольским, изображающий труд шахтёров золотой промышленности.

Переход от конструктивизма к сталинской неоклассике выражался и в том, что конструктивистские архитектурные комплексы дополнялись зданиями переходного стиля. В качестве примера можно привести школу жилого комплекса кооператива «Кузбассуголь» в Новосибирске, расположенную на пересечении ул. Державина и Советской. Асимметричная композиция её фасадов вписывается в структуру застройки комплекса и характерна для конструктивизма. Но в декоре здания прослеживаются элементы классического стиля: крупный руст на уровне первого этажа, рустованные пилястры на углах, декоративные филенки. Скатная крыша на западном объеме школы имеет карниз значительного выноса, опирающийся на часто расположенные кронштейны, что также отличает её от стоящих рядом конструктивистских зданий [6, с. 123].

То же можно сказать и о морфологическом корпусе Медицинского института на ул. Залесского, построенном по проекту Н.С. Кузьмина в 1936 г. на территории городской больницы Новосибирска на противоположной стороне аллеи от конструктивистских корпусов, возведенных в конце 1920-х гг. (рис. 4).

Это здание также имеет асимметричную композицию фасадов. Их декоративное убранство, состоящее из карнизов, обобщенных неоклассических профилей, лопаток, вносит в неё определенное разнообразие и свидетельствуют о смене направления в советской архитектуре. Смещенный от центра фасада ризалит главного входа декорирован кессонами, характерным мотивом архитектуры того времени [7, с. 153].

Следует отметить, что многие здания, выстроенные в стиле постконструктивизма, имеют асимметричную композицию фасадов, которая была характерна для построек в стиле конструктивизма и, очевидно, является одной из его реминисценций. Но при этом всем им присущи характерные для постконструктивизма элементы декоративного убранства фасадов: руст на уровне первого этажа, упрощенные ордерные членения в виде лопаток или полуколонн, простые профилированные обрамления. Вместе с тем в архитектуре тех

лет ещё сохранялись конструктивистские черты: широкие окна, вертикальные витражи лестничных клеток, длинные балконы с парапетами, в том числе на углах зданий.



Рис. 4. Морфологический корпус Медицинского института в Новосибирске (1936 г.)
Арх. Н.С. Кузьмин

Советской архитектуре 30-х гг. XX в. свойственна нарочитая монументальность, которая особенно проявилась в конкурсных проектах крупных административных и общественных зданий. Это было связано с идеологической направленностью архитектуры того времени и проявлялось в том числе в архитектуре жилых домов. К такого рода домам относится жилой дом речного флота, известный как «Дом грузчиков» на Фабричной улице Новосибирска (рис. 5).



Рис. 5. «Дом грузчиков» в Новосибирске (1936–1937 гг.). Арх. К.Е. Осипов

Он был построен по предложению секретаря горкома ВКП(б) С.А. Шварца в память о забастовке грузчиков 5 июня 1915 г., организованной ими в борьбе за свои права. Требовался дом-монумент, который и был создан средствами ордерной архитектуры по проекту архитектора К.Е. Осипова в 1936–1937 гг. Его архитектура в определенной степени продолжает традицию монументальных зданий эпохи символического романтизма первых лет советской власти. В связи с этим можно вспомнить Дом Ленина на Красном проспекте до его реконструкции в начале 40-х гг. XX в., который тоже представлял собой своего рода здание-монумент в стиле лаконичной дорики, любимой архитекторами тех лет. К.Е. Осипов создал лаконичный архитектурный образ «Дома грузчиков», лишенный мрачности былого романтизма, но вместе с тем достаточно монументальный, использовав сдержанный архитектурный декор главного фасада с шестиколонным портиком колоссального дорического ордера в центре.

Подобная монументальность присуща и зданию вокзала Новосибирск-Главный, центральная часть которого решена в виде триумфальной арки. Примечательно, что первый проект здания вокзала был выполнен в стиле конструктивизма, но затем получил декоративное убранство, состоящее из элементов, характерных для неоклассики. Монументальные формы архитектуры здания подчеркивают ту важную роль, которую оно играет в городской застройке.

Одним из главных событий в архитектурной жизни тех лет в Новосибирске стал конкурс на проект Дома науки и культуры, который позже был переделан под проект театра оперы и балета, ставшего наряду с вокзалом важной архитектурной доминантой исторической части города. Первоначальный проект здания был выполнен в 1930 г. архитекторами А.З. Гринбергом и И.В. Киренским в стиле конструктивизма. В 1933 г. конструктивистские формы проекта Дома культуры и науки подвергли критике, после чего был объявлен конкурс на внешнее оформление здания. Но за основу был взят прежний проект 1930 г., который определил общую объемно-планировочную композицию здания. В ходе конкурса 1933 г. были представлены различные варианты проектов, напоминающие проекты конкурсов послереволюционных годов в духе архаизирующей романтики, а также проекты в стиле ар-деко и русского классицизма. Так, конкурсный проект оформления здания Дома науки и культуры А.Д. Крячкова близок по стилю архитектуре здания библиотеки им. В.И. Ленина архитекторов В.А. Щуко и В.Г. Гельфрейха, а проект П.Г. Якубовского [7, с. 135] напоминает проект здания Минского оперного театра архитектора И.Г. Лангбарда [10, с. 45–47] в духе «ребристого» монументального стиля здания Дворца Советов Б.М. Иофана. Следует отметить, что Минский оперный театр, так же, как и другие подобные здания того времени, сперва задумывался как многофункциональное здание-трансформер, первоначальный проект которого был выполнен в конструктивистском стиле.

Проведенное исследование показало, что при анализе противоречивого архитектурного стиля того времени необходимо учитывать своеобразие его индивидуального генезиса. Архитектурные конкурсы 30-х гг. XX в. демонстрируют стилистическое многообразие архитектурных поисков и возобновление интереса к ордерным формам, а эволюционный переход от конструктивизма к советской неоклассике наблюдается в основном в творчестве архитекторов,

ранее работавших в стиле конструктивизма. Что касается постконструктивизма, то он может означать как чисто хронологическое понятие, т. е. период в истории архитектуры со всеми присущими ему чертами, следующий за «эпохой конструктивизма», так и конкретное архитектурно-стилистическое явление, которое ещё сочетает черты, присущие конструктивизму, и элементы, характерные для стиля, приходящего ему на смену.

Творческий поиск отдельных архитекторов, в целом вписывающийся в общую направленность формирования архитектурной политики Советского Союза, определил особенности стиля 30-х гг. XX в. В связи с этим термин «постконструктивизм» лучше всего отражает многообразие архитектурных поисков того времени при учёте особенностей исторической эпохи и национального своеобразия, а использование элементов, характерных для ар-деко, неоренессанса либо классицизма, было лишь отдельным направлением в рамках постконструктивизма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Былинкин Н.П., Калмыкова В.Н., Рябушин А.В. История советской архитектуры (1917–1954 гг.). 2-е изд. перераб. и доп. Москва : Стройиздат, 1985. 256 с.
2. Давидич Т.Ф. Особенности стилистики архитектуры Харькова 1910–1950-х годов // Academia. Архитектура и строительство. 2015. № 1. С. 49–56. URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-stilistiki-arhitektury-harkova-1910-1950-h-godov>
3. Бархин А.Д. Ребристый стиль высотных зданий и неоархаизм в архитектуре 1920–1930-х // Academia. Архитектура и строительство. 2016. № 3. С. 56–65. URL : <https://archi.ru/russia/72527/rebristy-stil-vysotnykh-zdaniy-i-neoarkhaizm-v-arkhitekture-1920-1930-kh>
4. Иконников А.В. Архитектура XX века. Утопии и реальность. Т. 1. Москва : Прогресс-Традиция, 2001. 656 с.
5. Хмельницкий Д.С. Архитектура Сталина: Психология и стиль. Москва : Прогресс-Традиция, 2007. 376 с.
6. Памятники архитектуры Новосибирской области. Кн. 1: г. Новосибирск. 3-е изд. перераб. Новосибирск : НПЦ, 2011. 278 с.
7. Невзгодин И.В. Архитектура Новосибирска. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. 204 с.
8. Всеобщая история архитектуры: в 12 т. Т. 12 / под ред. Н.В. Баранова. Москва : Изд-во литературы по строительству, 1975. 756 с.
9. Хан-Магомедов С.О. Хрущевский утилитаризм: плюсы и минусы. URL : http://www.niitiag.ru/pub/pub_cat/han_magomedov_hrushhevskij_utilitarizm_pljusy_i_minusy
10. Воинов А.А. Архитектура Белоруссии. Советский период. Минск : Вышэйшая школа, 1975. 216 с.

REFERENCES

1. Bylinkin N.P., Kalmykova V.N., Ryabushin A.V. Istoriya sovetskoy arkhitektury (1917–1954) [History of Soviet Architecture (1917–1954)], 2nd ed. Moscow: Stroiizdat, 1985. 256 p. (rus).
2. Davidich T.F. Osobennosti stilistiki arkhitektury Khar'kova 1910–1950-kh godov [Stylistics architecture of Kharkov in the 1910–1950s]. Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo. 2015. No. 1. Pp. 49–56. Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-stilistiki-arhitektury-harkova-1910-1950-h-godov> (rus)
3. Barkhin A.D. Rebristy stil' vysotnykh zdaniy i neoarkhaizm v arkhitekture 1920–1930-kh [The ribbed style of high-rise buildings and neo-anarchism in the architecture of the 1920 – 1930s]. Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo. 2016. No. 3. Pp. 56–65. Available: <https://archi.ru/russia/72527/rebristy-stil-vysotnykh-zdaniy-i-neoarkhaizm-v-arkhitekture-1920-1930-kh> (rus).
4. Ikonnikov A.V. Arkhitektura XX veka. Utopii i real'nost' [Architecture of the 20th century. Utopias and reality]. Moscow: Progress-Tradition, 2001. V. 1. 656 p. (rus)

5. *Khmelnitsky D.S.* Arkhitektura Stalina: psikhologiya i stil' [Architecture of Stalin: Psychology and style]. Moscow: Progress-Tradition, 2007. 376 p. (rus)
6. *Baranov N.V. (Ed.)* Vseobshchaya istoriya arkhitektury v 12 tomakh [The general history of architecture], in 12 vol. Moscow: Stroiizdat, 1975. V. 12. 756 p. (rus)
7. *Khan-Magomedov S.O.* Khrushchevskiy utilitarizm: plyusy i minusy [Khrushchevsky utilitarianism: pros and cons]. Available: www.niitiag.ru/pub/pub_cat/han_magomedov_hrushhevskij_utilitarizm_pljusy_i_minusy (rus)
8. *Pamyatniki arkhitektury Novosibirskoy oblasti. Kn. 1: g. Novosibirsk* [Monuments of architecture of the Novosibirsk region. Book 1: The city of Novosibirsk], 3rd ed. Novosibirsk: SPC, 2011. 278 p. (rus)
9. *Nevzgodin I.V.* Arkhitektura Novosibirska [Architecture of Novosibirsk]. Novosibirsk, 2005. 204 p. (rus)
10. *Voinov A.A.* Arkhitektura Belorussii [Architecture of Belarus]. Minsk: Vysheishaya shkola, 1975. 216 p. (rus)

Сведения об авторе

Мжельский Виктор Михайлович, канд. искусствоведения, доцент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, vickt.mj@yandex.ru

Authors Details

Victor M. Mzhelsky, PhD, A/Professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, vickt.mj@yandex.ru

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

УДК 624.012.042.8.001.2

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-138-145

З.Р. ГАЛЯУТДИНОВ,

Томский государственный архитектурно-строительный университет

ДИНАМИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ ПЛОСКОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

Современные расчетные модели должны учитывать основные особенности динамического деформирования железобетона. В настоящее время основные закономерности нелинейного динамического деформирования железобетона при одноосном напряженном состоянии достаточно подробно рассмотрены в теоретическом плане при наличии широкого спектра экспериментальных исследований. Свойства бетона в условиях двухосного напряженно-деформированного состояния при кратковременном динамическом нагружении изучены в меньшей степени. В настоящей работе предложен критерий динамической прочности бетона, учитывающий изменение коэффициента динамического упрочнения бетона в зависимости от вида напряженного состояния, соотношения главных напряжений σ_3/σ_1 и скорости деформирования $\dot{\epsilon}$.

Ключевые слова: критерий прочности бетона; плоское напряженное состояние; двухосное сжатие; растяжение-сжатие; кратковременная динамическая нагрузка; напряжения; прочность бетона; экспериментальные данные.

Для цитирования: Галяутдинов З.Р. Динамический критерий прочности бетона при плоском напряженном состоянии // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 138–145. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-138-145

Z.R. GALYAUTDINOV,

Tomsk State University of Architecture and Building

DYNAMIC STRENGTH CONDITION OF CONCRETE UNDER PLANE STRESS STATE

Modern calculation models must take into account the dynamic deformation of reinforced concrete. Currently, the main regularities of nonlinear dynamic deformation of reinforced concrete under uniaxial stress state are theoretically analyzed in detail along with a wide range of experimental studies. Properties of concrete under plane stress-strain state and dynamic loading are examined to a lesser extent. This paper proposes the dynamic strength condition for the concrete strength which allows for changing the strain-hardening coefficient of concrete depending on the type of stress-strain state, the ratio of the primary stresses and the deformation rate.

Keywords: concrete strength condition; plane stress-strain state; biaxial compression; expansion-compression; dynamic load; stress; concrete strength; experimental data.

For citation: Galyautdinov Z.R. Dinamicheskii kriterii prochnosti betona pri ploskom napryazhennom sostoyanii [Dynamic strength condition of concrete under plane stress state]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 138–145.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-138-145

Динамический критерий прочности бетона при плоском напряженном состоянии имеет большое значение при формировании расчетных моделей железобетона [3, 5]. При решении задач в основном критерий динамической прочности получается из статического путем трансформации последнего вдоль временной оси [2–4]. При этом изменение прочности бетона при динамическом нагружении учитывается коэффициентами динамического упрочнения при одноосном сжатии k_{db} и растяжении k_{abt} . Так, в области «сжатие-сжатие» коэффициент динамического упрочнения бетона принимается постоянным в пределах всего диапазона значений σ_3/σ_1 при заданном значении скорости деформирования $\dot{\epsilon}$. В области «растяжение-сжатие», ввиду разных значений k_{db} и k_{abt} , коэффициент динамического упрочнения меняется пропорционально соотношению главных напряжений σ_1 и σ_3 .

Вместе с тем экспериментальные исследования бетона при динамическом нагружении, представленные в работах [6–8], свидетельствуют о неодинаковом изменении прочности бетона в зависимости от соотношения σ_3/σ_1 как в области «сжатие-сжатие», так и в области «растяжение-сжатие» (рис. 1). Таким образом, для достоверного определения динамической прочности бетона при плоском напряженном состоянии необходимо учитывать влияние σ_3/σ_1 на коэффициент динамического упрочнения бетона.

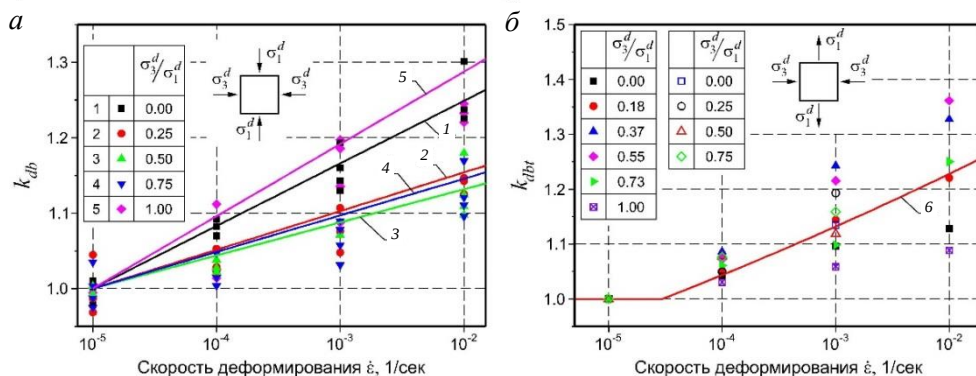


Рис. 1. Изменение коэффициента динамического упрочнения бетона в области «сжатие-сжатие» [8] и «растяжение-сжатие» [6, 7]:

1–5 – по данным работы [8]; 6 – при одноосном растяжении

Критерий динамической прочности бетона при двухосном напряженном состоянии получим на основе общих принципов построения предельных по-

верхностей с учетом имеющихся опытных данных о динамическом деформировании бетона в условиях сжатия-сжатия [7, 8] и растяжения-сжатия [6, 7].

Предельная поверхность в пространстве главных напряжений σ_1, σ_3 может быть представлена как функция двух инвариантов $\bar{\sigma}_0, \bar{\tau}_0$ [1]. Здесь $\bar{\sigma}_0 = \frac{1}{3}(\bar{\sigma}_1 + \bar{\sigma}_3)$ – среднее нормальное напряжение на октаэдрической площадке при плоском напряженном состоянии; $\bar{\sigma}_1, \bar{\sigma}_3$ – предельные значения главных напряжений; $\bar{\tau}_0 = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{\bar{\sigma}_1^2 - \bar{\sigma}_1 \bar{\sigma}_3 + \bar{\sigma}_3^2}$ – касательные напряжения на октаэдрической площадке при плоском напряженном состоянии.

Условие прочности бетона при плоском напряженном состоянии может быть выражено в следующем виде [1]:

$$\bar{\tau}_0 f(\xi) = a, \quad (1)$$

где a – константа материала; $f(\xi)$ – некоторая функция, зависящая от параметра $\xi = \bar{\sigma}_0/\bar{\tau}_0$.

Принимая значение функции $f(\xi) = 1$ в точке одноосного сжатия, получим

$$a = \frac{\sqrt{2}}{3} R_b. \quad (2)$$

Значение ξ изменяется в интервале $-\sqrt{2} \leq \xi \leq \sqrt{2}$. При этом $\xi = -\sqrt{2}$ соответствует области двухосного равномерного сжатия, $\xi = -\sqrt{2}/2$ – области одноосного сжатия, $\xi = \sqrt{2}/2$ – области одноосного растяжения, $\xi = \sqrt{2}$ – области двухосного равномерного растяжения.

Распределение опытных данных [7, 8] в осях координат $\xi, f(\xi)$ для области двухосного сжатия представлено на рис. 2. Распределение данных в области «сжатие-сжатие» носит нелинейный характер. При этом по мере увеличения скорости деформирования кривизна распределения снижается, и при $\dot{\epsilon} = 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ наблюдается близкое к линейному виду расположение опытных данных. В связи с этим описание функции $f(\xi)$ при двухосном сжатии единой кривой не представляется возможным.

Для теоретического описания опытных данных в области «сжатие-сжатие» примем зависимость вида

$$f(\xi) = a_1 + b_1 \xi + c_1 \xi^2, \quad (3)$$

где a_1, b_1, c_1 – константы материала.

Постоянные a_1 и b_1 определяются из условия прохождения кривой, ограничивающей динамическую область прочного сопротивления бетона при двухосном сжатии, через точки одноосного сжатия $f(-\sqrt{2}/2) = \frac{1}{k_{db}}$ и двухос-

ного равномерного сжатия $f(-\sqrt{2}) = \frac{R_b}{R_{b2c}} \frac{1}{k_{db}}$. Постоянная c_1 определяется из

условия наилучшего совпадения с опытными данными. Тогда уравнение (3) будет иметь вид

$$f(\xi) = \left(\frac{2}{k_{db}} - \frac{R_b}{R_{b2c}} \frac{1}{k_{db}} + c_1 \right) + \frac{2}{\sqrt{2}} \left(\frac{R_b}{R_{b2c}} \frac{1}{k_{db}} - \frac{1}{k_{db}} - \frac{3}{2} c_1 \right) \xi + c_1 \xi^2, \quad (4)$$

где R_b – расчетное сопротивление бетона при статическом сжатии; R_{b2c} – прочность бетона при равномерном двухосном сжатии.

Параметр c_1 принимается равным $c_1 = 0,75; 0,55; 0,35; 0,15$ соответственно при скоростях деформирования $\dot{\epsilon} = 10^{-5}; 10^{-4}; 10^{-3}; 10^{-2} \text{ с}^{-1}$. Изменение функции $f(\xi)$ показано на рис. 2 (кривая 1).

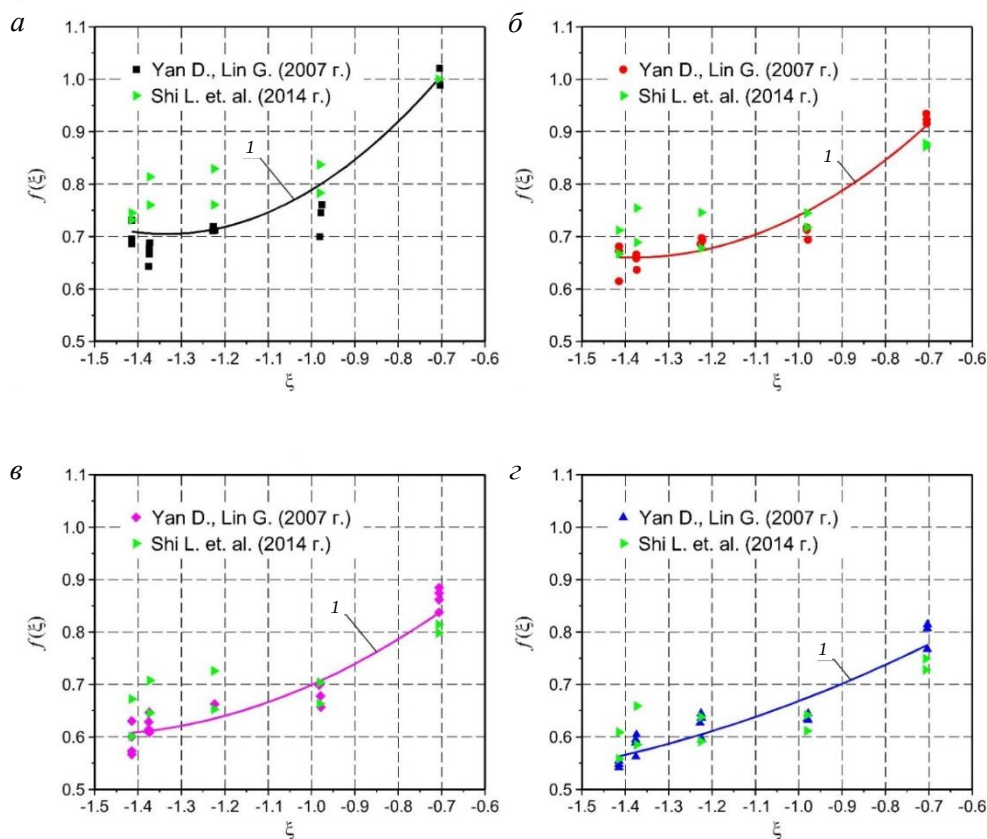


Рис. 2. Распределение опытных данных в области «сжатие-сжатие» [7, 8]:

а – при $\dot{\epsilon} = 10^{-5} \text{ с}^{-1}$; б – при $\dot{\epsilon} = 10^{-4} \text{ с}^{-1}$; в – при $\dot{\epsilon} = 10^{-3} \text{ с}^{-1}$; г – при $\dot{\epsilon} = 10^{-2} \text{ с}^{-1}$; 1 – по формуле (4)

Критерий прочности в виде (1) с учетом (4) в осях главных напряжений σ_1, σ_3 представлен на рис. 3. Как видно из графиков, полученные зависимости удовлетворительно согласуются с опытными данными при различных скоростях деформирования.

Теоретическая зависимость в области «растяжение-сжатие» также принимается в виде (3). При этом постоянные a_1 и b_1 определим из условия прохождения кривой, ограничивающей динамическую область прочного сопротивления бетона при двухосном растяжении-сжатии, через точки одноосного сжатия $f(-\sqrt{2}/2) = \frac{1}{k_{db}}$ и одноосного растяжения $f(\sqrt{2}/2) = \frac{R_b}{R_{bt}} \frac{1}{k_{dbt}}$, где R_{bt} – расчетное сопротивление бетона при статическом растяжении. Постоянная c_1 также определяется из условия наилучшего совпадения с опытными данными.

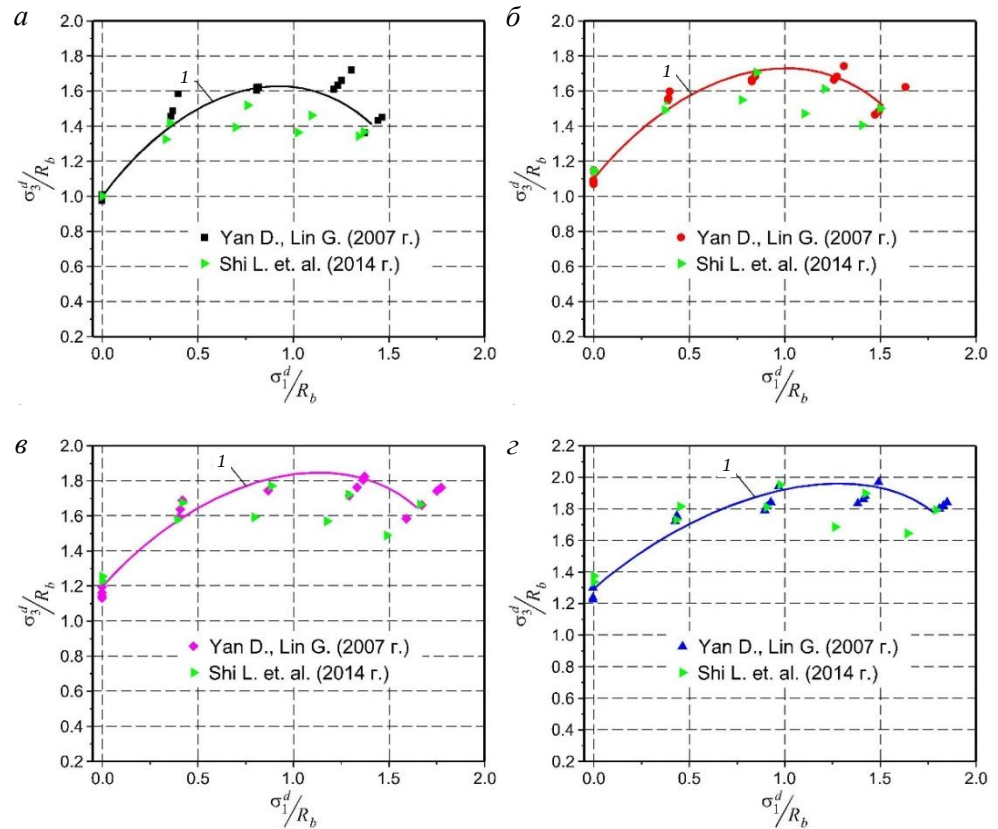


Рис. 3. Критерий прочности бетона в области «сжатие-сжатие»:

a – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-5} \text{ с}^{-1}$; $б$ – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-4} \text{ с}^{-1}$; $в$ – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-3} \text{ с}^{-1}$; $г$ – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-2} \text{ с}^{-1}$; 1 – по формулам (1) и (4)

Таким образом, уравнение (3) получит вид

$$f(\xi) = \left(\frac{1}{2k_{db}} + \frac{1}{2k_{dbt}} \frac{R_b}{R_{bt}} - \frac{1}{2}c_1 \right) + \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{k_{dbt}} \frac{R_b}{R_{bt}} - \frac{1}{k_{db}} \right) \xi + c_1 \xi^2. \quad (5)$$

Изменение функции $f(\xi)$ в сравнении с экспериментальными данными [6, 7] показано на рис. 4. Значение величины c_1 принимается равным

$c_1 = -1,8; -1,5; -1,2; -0,9$ соответственно при скоростях деформирования $\dot{\varepsilon} = 10^{-5}; 10^{-4}; 10^{-3}; 10^{-2} \text{ с}^{-1}$.

Критерий прочности бетона в осях главных напряжений σ_1, σ_3 при растяжении-сжатии представлен на рис. 5. Полученные зависимости с достаточной степенью точности описывают экспериментальные данные.

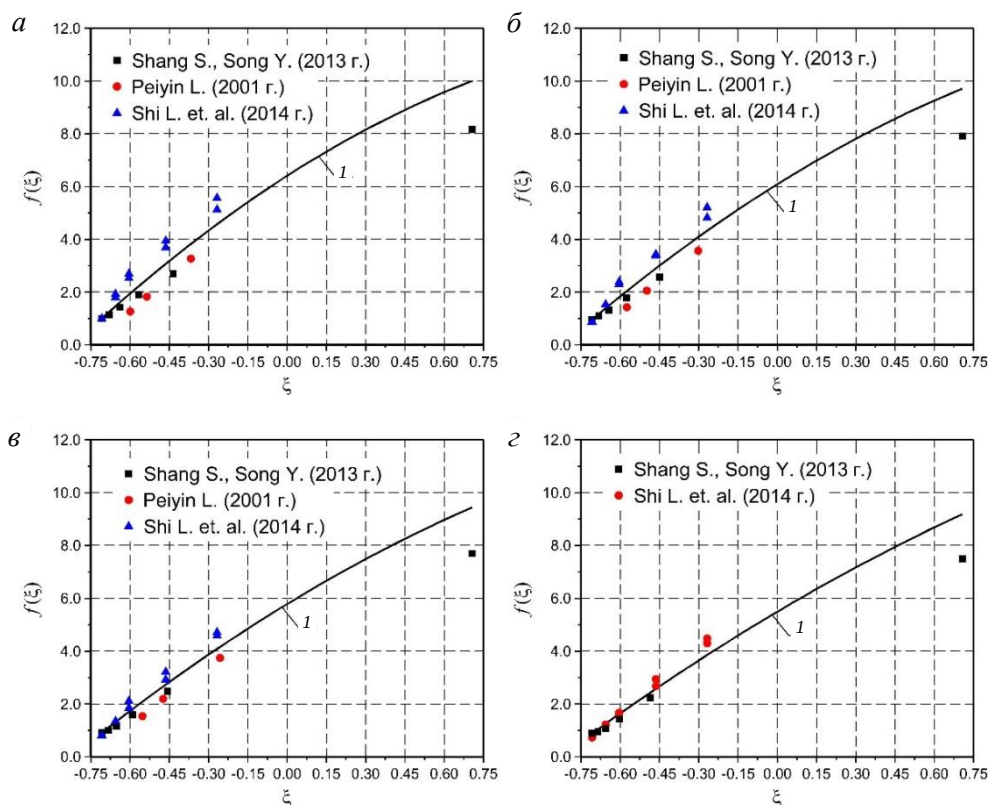


Рис. 4. Распределение экспериментальных данных в области «растяжение-сжатие» [6, 7]:
а – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-5} \text{ с}^{-1}$; б – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-4} \text{ с}^{-1}$; в – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-3} \text{ с}^{-1}$; г – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-2} \text{ с}^{-1}$; 1 – по формуле (5)

Параметр c_1 в выражениях (4) и (5) не является постоянной величиной, а меняется в зависимости от скорости деформирования $\dot{\varepsilon}$. На основе имеющихся данных значение параметра c_1 при $10^{-5} \text{ с}^{-1} \leq \dot{\varepsilon} \leq 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ может быть найдено по следующим зависимостям:

– в области «сжатие-сжатие» ($\sigma_1^d < 0, \sigma_3^d < 0$)

$$c_1 = -0,25 - 0,2 \lg(\dot{\varepsilon}); \quad (6)$$

– в области «сжатие-растяжение» ($\sigma_1^d < 0, \sigma_3^d > 0$)

$$c_1 = -0,3 + 0,3 \lg(\dot{\varepsilon}). \quad (7)$$

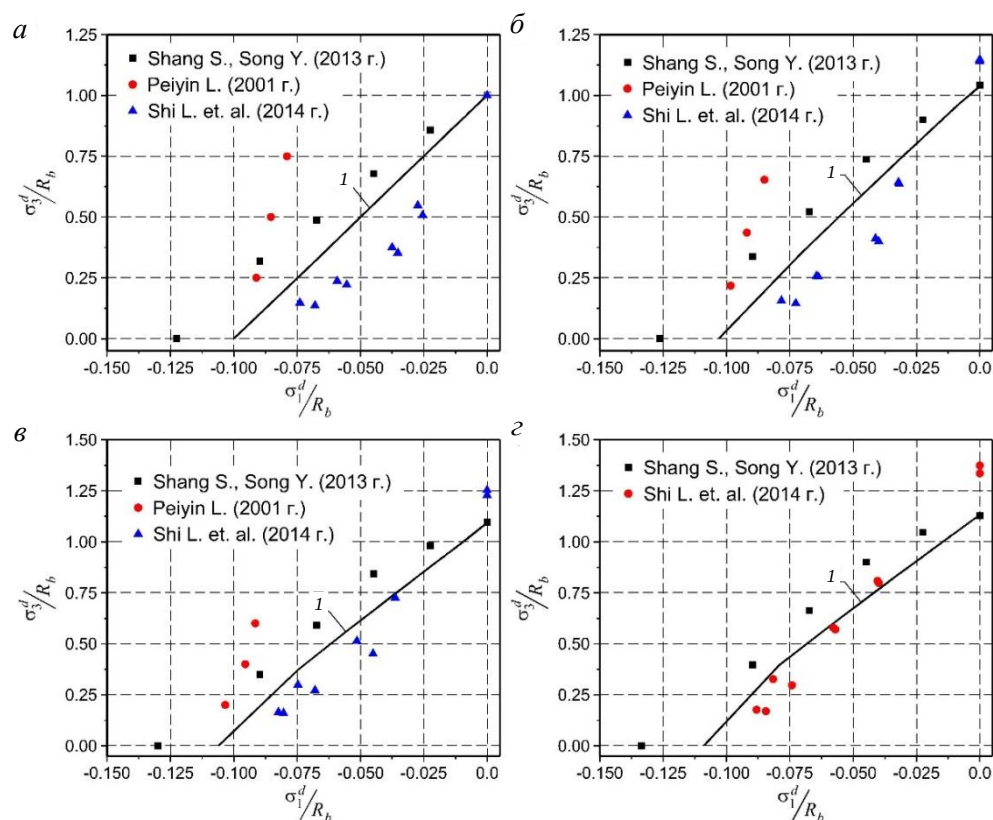


Рис. 5. Критерий прочности бетона в области «растяжение-сжатие»:

а – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-5} \text{ c}^{-1}$; *б* – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-4} \text{ c}^{-1}$; *в* – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-3} \text{ c}^{-1}$; *г* – при $\dot{\varepsilon} = 10^{-2} \text{ c}^{-1}$; 1 – по формулам (1) и (5)

Таким образом, по результатам выполненных исследований предложен критерий динамической прочности бетона при плоском напряженном состоянии, учитывающий напряженное состояние, влияние скорости деформирования и соотношения напряжений σ_3/σ_1 . Полученные результаты удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпенко Н.И., Круглов В.М., Соловьев Л.Ю. Нелинейное деформирование бетона и железобетона. Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2001. 276 с.
2. Кумпяк О.Г. Совершенствование методов расчета железобетонных плоскостных конструкций при статическом и кратковременном динамическом нагружении : дис. ... докт. техн. наук. Томск, 1996. 473 с.
3. Кумпяк О.Г., Галяутдинов З.Р., Кокорин Д.Н. Прочность и деформативность железобетонных конструкций на податливых опорах при кратковременном динамическом нагружении. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2016. 270 с.
4. Плевков В.С. Прочность и трещиностойкость эксплуатируемых железобетонных конструкций зданий и сооружений при статическом и кратковременном динамическом нагружении : дис. ... докт. техн. наук. Томск, 2003. 536 с.

5. Galyautdinov Z.R. Deformation of reinforced concrete slabs on yielding supports under short-time dynamic loading // *AIP Conference Proceedings*. 2017. 1800. 010001. DOI: 10.1063/1.4973016.
6. Shang S., Song Y. Dynamic biaxial tensile-compressive strength and failure criterion of plain concrete // *Construction and Building Materials*. 2013. V. 40. № 2. P. 322–329.
7. Shi L., Wang L., Song Y., Shen L. Dynamic multiaxial strength and failure criterion of dam concrete // *Construction and Building Materials*. 2014. V. 66. № 2. P. 181–191.
8. Yan D., Lin G. Dynamic behaviour of concrete in biaxial compression // *Magazine of Concrete Research*. 2007. V. 59. № 1. P. 45–52.

REFERENCES

1. Karpenko N.I., Kruglov V.M., Solov'ev L.Y. Nelineynoye deformirovaniye betona i zhelezobetona [Nonlinear deformation of concrete and reinforced concrete]. Novosibirsk: STU, 2001. 276 p. (rus)
2. Kumpyak O.G. Sovershenstvovaniye metodov rascheta zhelezobetonnykh ploskostnykh konstruktsey pri staticheskom i kratkovremennom dinamicheskom nagruzhenii [Improvement of calculating methods of reinforced-concrete plane structures under static and dynamic loading. DSc Thesis]. Tomsk, 1996. 473 p. (rus)
3. Kumpyak O.G., Galyautdinov Z.R., Kokorin D.N. Prochnost' i deformativnost' zhelezobetonnykh konstruktsiy na podatlivykh oporakh pri kratkovremennom dinamicheskom nagruzhenii [Strength and deformability of reinforced concrete structures on yielding supports under dynamic loading]. Tomsk: TSUAB, 2016. 270 p. (rus)
4. Plevkov V.S. Prochnost' i treshchinostoykost' ekspluatiruyemykh zhelezobetonnykh konstruktsey zdaniy i sooruzheniy pri staticheskom i kratkovremennom dinamicheskom nagruzhenii [Strength and crack resistance of reinforced concrete structures under static and dynamic loading. DSc Thesis]. Tomsk, 2003. 536 p. (rus)
5. Galyautdinov Z.R. Deformation of reinforced concrete slabs on yielding supports under short-time dynamic loading. *AIP Conference Proceedings*. 2017. 1800. P. 010001. DOI: 10.1063/1.4973016.
6. Shang S., Song Y. Dynamic biaxial tensile-compressive strength and failure criterion of plain concrete. *Construction and Building Materials*. 2013. V. 40. No. 2. Pp. 322–329.
7. Shi L., Wang L., Song Y., Shen L. Dynamic multiaxial strength and failure criterion of dam concrete. *Construction and Building Materials*. 2014. V. 66. No. 2. Pp. 181–191.
8. Yan D., Lin G. Dynamic behaviour of concrete in biaxial compression. *Magazine of Concrete Research*. 2007. V. 59. No. 1. Pp. 45–52.

Сведения об авторе

Галютдинов Заур Рашидович, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, gazr@yandex.ru

Author Details

Zaur R. Galyautdinov, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, gazr@yandex.ru

УДК 711.582:699.84 (571.16)

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-146-154

*Т.С. БОЛЬШАНИНА,**Томский государственный архитектурно-строительный университет*

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРАХ Г. ТОМСКА

Согласно СНиП 23-03–2003 (Защита от шума) в состав проектной градостроительной документации по планировке и застройке городов, поселков, сельских населенных пунктов, а также отдельных микрорайонов городов был включен раздел «Защита от шума». Инженеры должны обосновать свои решения, основываясь на акустических расчетах, которые должны производиться согласно действующим нормативным документам. Точность и простота акустических расчетов позволит инженерам быстро принимать решения. Актуальность статьи заключается в выявлении лучшего сочетания этих критериев среди существующих и предыдущих методик определения шумовых характеристик. Статья посвящена сравнению методик определения эквивалентных уровней звука в расчетных точках на территории застройки на основании действующего СП 276 и предыдущих нормативных документов. Сравнительный анализ методик определения эквивалентных уровней звука выполнен на примере примагистральных территорий г. Томска. Для анализа были выбраны три типа сечений с разным взаиморасположением расчетной точки и источника шума. Представлены результаты натурных измерений уровней шума транспортных потоков и определения шумовых характеристик расчетным путем, а также описаны преимущества рассматриваемых методик.

Ключевые слова: транспортный шум; шумовая характеристика; эквивалентные уровни звука; оценка акустического режима города.

Для цитирования: Большанина Т.С. Исследование акустического режима городской территории на примерах г. Томска // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 146–154.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-146-154

*T.S. BOLSHANINA,**Tomsk State University of Architecture and Building*

ACOUSTIC LEVEL IN TOMSK URBAN AREA

According to SNiP 23-03–2003 ‘Noise Protection’, the urban planning documentation for cities, towns, rural settlements and microdistricts includes the section ‘Noise Protection’. Engineers must substantiate their decisions on the acoustic level calculations, which should be made in accordance with the current regulatory documents. The accuracy and simplicity of the acoustic level calculations will allow engineers to make decisions quickly. This paper identifies the best combination of these criteria among the existing and previous methods of detecting noise characteristics. The paper presents a comparison of methods of determining the equivalent acoustic levels at design points in the construction area using the regulatory documents. This analysis is performed for the mainline territories of Tomsk. Three types of cross-sections with different relative positions of the calculated point and the noise source are analyzed. The measurement results are given for the traffic flow and the acoustic level, and the advantages of the utilized methods are described.

Keywords: traffic noise; noise characteristic; equivalent sound level; urban area.

For citation: Bolshanina T.S. Otsenka akusticheskogo rezhima gorodskoi territorii na primerakh g. Tomsk [Acoustic level in Tomsk urban area]. Vestnik Tomskogo

gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 146–154.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-146-154

Основным источником акустического загрязнения в городах является шум транспортных потоков. Точность оценки акустического режима на при-магистральной территории позволяет правильно выбрать шумозащитные мероприятия. Цель данной статьи заключается в сравнении методик определения эквивалентных уровней звука в расчетных точках по действующим строительным правилам и по предыдущим нормативным документам, а также сравнение результатов расчетов с результатами натурных измерений.

СНиП II-12–77 «Защита от шума» [1] позволял определять шумовые характеристики магистралей по их типу в виде эквивалентных уровней звукового давления и эквивалентные уровни шума на территории застройки. Руководство по учету в проектах планировки и застройки городов требований снижения уровней шума [2] позволяло рассчитывать шумовые характеристики автотранспортных потоков как эквивалентные уровни шума в 7,5 м от оси первой полосы движения в зависимости от скорости, интенсивности и процентного состава потока. В Руководстве по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума [3] был представлен порядок расчета требуемого снижения транспортного шума на селитебной территории, который лег в основу методики в Справочнике проектировщика со своими уточнениями. Справочник проектировщика [4] существенно упрощал расчет шумовых характеристик и уточнял расчет уровней шума на территории застройки в зависимости от условий распространения шума.

С 2017 г. вступил в действие СП 276.1325800.2016 «Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков» [5]. Согласно этому своду правил можно определять ожидаемый эквивалентный уровень звука в расчетной точке от каждого подучастка транспортной магистрали и ориентировочное значение эквивалентного уровня звука автомобильного транспортного средства.

Сравним расчеты по представленным выше методикам и измеренные значения уровней звука в расчетных точках на примерах г. Томск. Для этого выберем часто встречаемые ситуации расположения проезжей части относительно застройки на примагистральной территории:

- проезжая часть находится выше застройки (рис. 1, а);
- проезжая часть находится ниже застройки (рис. 1, б);
- проезжая часть и застройка на одном уровне (рис. 1, в).

Конфигурация поперечного профиля дороги может обладать шумозащитными свойствами [6]. Когда источник шума находится выше рассматриваемой расчетной точки (рис. 1, а), то около откоса или эстакады возникает звуковая тень. В таком случае звуковая тень уменьшается с увеличением расстояния между источником шума и расчетной точкой. При расположении источника шума ниже расчетной точки (рис. 1, б), например откос выемки, который будет являться экранирующим сооружением, звуковая тень будет увеличиваться с увеличением расстояния. Исключением является поперечный профиль, где проезжая часть и застройка расположены на одной прямой

(рис. 1, в). В таком случае звуковая тень не возникает, и поэтому такой поперечный профиль не обладает шумозащитными свойствами.

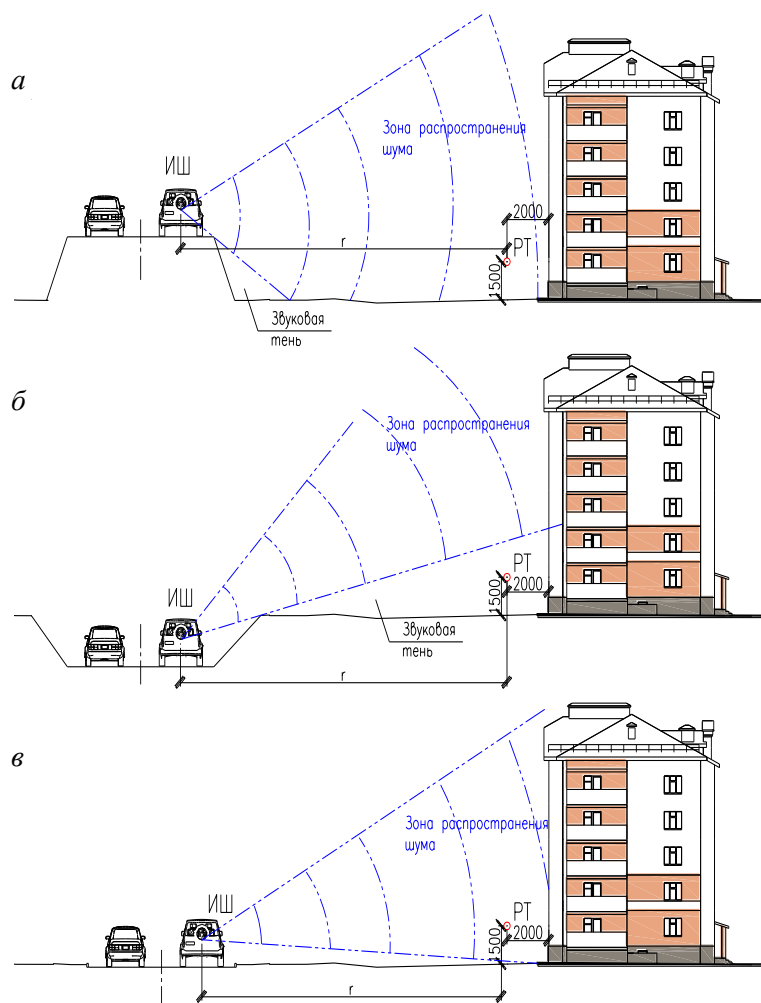


Рис. 1. Варианты взаимного расположения проезжей части и примыкающей застройки

Для изучения влияния взаимного расположения источника шума и расчетной точки, а также сравнения точности и простоты методов оценки акустического режима, представленных в существующем СП 276 и предыдущих нормативных документах, был взят участок дороги, расположенный по Комсомольскому проспекту в г. Томске. На пр. Комсомольском были определены три сечения поперечного профиля для расчета (рис. 2). В расчетных точках 1–5 были произведены измерения шумовых характеристик транспортного потока (рис. 2). Измерение шумовых характеристик от пр. Комсомольского осуществлялось в час пик шумомером «Октава-101А» по методике, описанной в ГОСТ 20444–2014 [7]. Измеренные данные отображены в табл. 1.



Рис. 2. Схема расположения точек измерения шумовых характеристик и расчетных сечений поперечного профиля:
сечение 1-1 – проезжая часть и застройка на одном уровне; сечение 2-2 – проезжая часть находится ниже застройки; сечение 3-3 – проезжая часть находится выше застройки

Таблица 1

**Измеренные параметры пр. Комсомольского и уровни шума
в расчетных точках**

Номер расчетной точки	Скорость, км/ч	Интенсивность авт/ч	Процентный состав потока			Измеренный уровень шума $L_{Aэкв}/L_{Amax}$, дБА
			грузовые	автобусы	легковые	
1	40–60	3162	3	2	95	70,8/76,4
2	50–60	3348	5	3	92	73,8/93,1
3	30–60	2796	5	3	92	74,2/83,5
4	50–60	2400	4	3	93	77,5/92,8
5	50–60	2590	3	2	95	75,7/81,4

На рис. 3 представлена схема расположения расчетных точек на территории в двух метрах от фасада здания, в которых будем сравнивать измеренные и расчетные значения по различным методикам. Измерение уровней звука в расчетных точках для проверки точности расчетных значений проводили шумомером «Октава-101А» по методике, описанной в ГОСТ 23337–2014 [8]. Схематичное изображение поперечных сечений с размерами представлено на рис. 4.



Рис. 3. Схема расположения расчетных точек на территории

Ниже представлены формулы и наименования нормативных документов, по которым был произведен расчет уровня звука в расчетных точках 6, 7 и 8 в различных сечениях.

Расчеты производились по СНиП II-12-77 [1], Руководствам [2, 3], Справочнику [4], СП 276 [5] по формулам, которые представлены ниже.

Расчет уровня звука в расчетной точке согласно п. 10.7 СНиП II-12-77 [1] осуществляем в формуле, дБА:

$$L_{\text{Атер}} = L_{\text{Аэкв}} - \Delta L_{\text{Арас}} - \Delta L_{\text{Аэкр}} - \Delta L_{\text{Азел}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{Атер}}$ – уровень звука в расчетной точке на территории защищаемого от шума объекта, дБА; $L_{\text{Аэкв}}$ – шумовая характеристика источника шума, дБА;

$\Delta L_{\text{Арас}}$ – снижение уровня звука в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой, дБА; $\Delta L_{\text{Аэкр}}$ – снижение уровня звука экранами на пути распространения звука, дБА; $\Delta L_{\text{Азел}}$ – снижение уровня звука полосами зеленых насаждений, дБА.

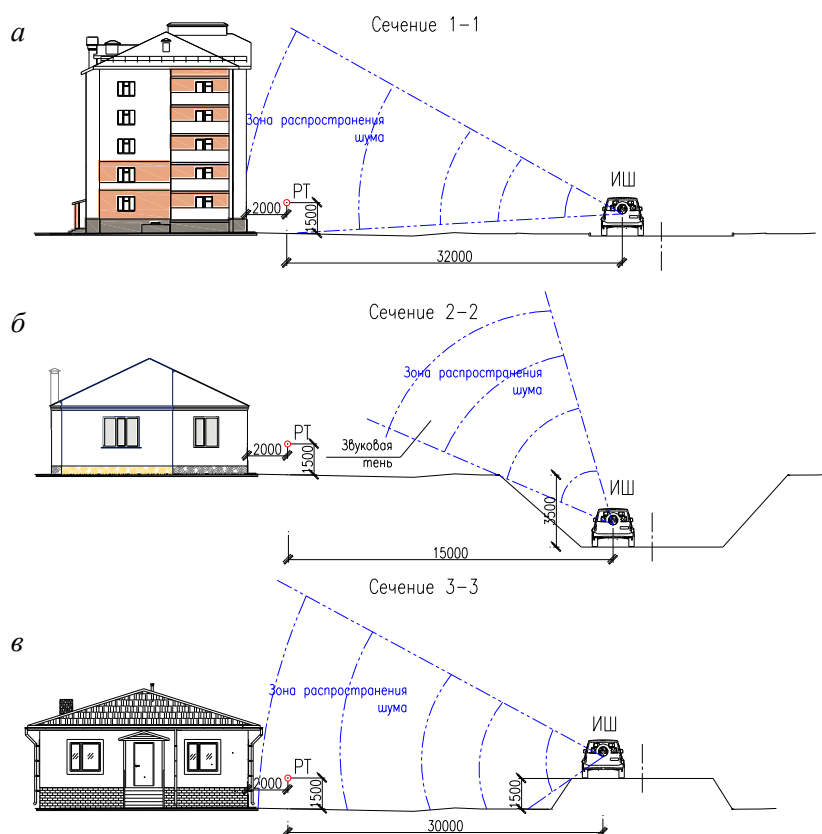


Рис. 4. Расчетные поперечные сечения:

а – сечение 1-1, расчетная точка 6; б – сечение 2-2, расчетная точка 7; в – сечение 3-3, расчетная точка 8

Расчет по Руководству [2] производим с помощью графика для определения снижения уровня звука в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой и наличия/отсутствия зеленых насаждений, дБА:

$$L_{\text{Атер}} = L_{\text{Аэкв}} - \Delta L_{\text{Арас}} \cdot K_{\text{П}} - \Delta L_{\text{Аэкр}} - \Delta L_{\text{Азел}}, \quad (2)$$

где $L_{\text{Аэкв}}$, $\Delta L_{\text{Арас}}$, $\Delta L_{\text{Аэкр}}$, $\Delta L_{\text{Азел}}$ – те же обозначения, что в формуле выше, дБА; $K_{\text{П}}$ – коэффициент поглощения.

Расчет уровня звука в расчетной точке по п. 2.10 Руководства [3] определяется по формуле, дБА:

$$L_{\text{Аіэкр}} = L_{\text{Аэкв}} - \Delta L_{\text{Арас}} - \Delta L_{\text{Аіэкр}} - \Delta L_{\text{Апок}} - \Delta L_{\text{Азел}} - \Delta L_{\text{Авоз}} - \Delta L_{\text{Аіі}}, \quad (3)$$

где $L_{Ai \text{ экр}}$ – уровень звука в расчетной точке от экранированного участка улицы или дороги, дБА; то же что и $L_{Атер}$; $L_{Аэкв}$, $\Delta L_{Арас}$, $\Delta L_{Ai \text{ экр}}$ ($\Delta L_{Аэкр}$), $\Delta L_{Азел}$ – те же обозначения, что в формулах выше; $\Delta L_{Апок}$ – снижение уровня звука вследствие влияния покрытия территории, дБА; $\Delta L_{Авоз}$ – снижение уровня звука вследствие затухания звука в воздухе, дБА; ΔL_{Ai} – снижение уровня звука вследствие ограничения угла видимости улицы или дороги из расчетной точки, дБА.

Расчет уровня звука в расчетной точке по Справочнику [4] определяется по формуле, дБА:

$$L_{Ai \text{ экр}} = L_{Аэкв} - \Delta L_{Арас} - \Delta L_{Ai \text{ экр}} - \Delta L_{Апок} - \Delta L_{Азел} - \Delta L_{Авоз} - \Delta L_{Ai}, \quad (4)$$

где $L_{Аэкв}$, $\Delta L_{Арас}$, $\Delta L_{Ai \text{ экр}}$, $\Delta L_{Апок}$, $\Delta L_{Азел}$, $\Delta L_{Авоз}$, L_{Ai} – те же обозначения, что в формулах выше, дБА.

Ожидаемый эквивалентный уровень звука в расчетной точке по 7.3.2 СП 276.1325800.2016 [5] считаем по формуле, дБА:

$$L_{Аэкв \text{ р.т}} = L_{Аэкв} - \Delta L_{Арас} - \Delta L_{Авоз} - \Delta L_{А\beta/\text{т}} - \Delta L_{Апок} - \Delta L_{Азел} - \Delta L_{Аэкр} - \Delta L_{А\alpha} - \Delta L_{Азастр} + L_{Аотр}, \quad (5)$$

где $\Delta L_{Аэкв \text{ р.т}}$ – шумовая характеристика – эквивалентный уровень шума транспортного потока на соответствующем подучастке магистрали, дБА; $L_{Аэкв}$, $\Delta L_{Арас}$, $\Delta L_{Авоз}$, $\Delta L_{Апок}$, $\Delta L_{Азел}$, $\Delta L_{Аэкр}$, L_{Ai} – те же обозначения, что в формулах выше, дБА; $\Delta L_{А\beta/\text{т}}$ – коррекция, учитывающая влияние турбулентности атмосферы и ветра на процесс распространения звука, дБА; $\Delta L_{Азастр}$ – коррекция, учитывающая характер придорожной застройки, дБА; $\Delta L_{Аотр}$ – коррекция, учитывающая отражение звука от ограждающих конструкций зданий, вблизи которых расположена расчетная точка.

Транспортный поток является линейным источником звука, от которого распространяется цилиндрическая волна. Представленные методики не учитывают распределение энергии звука в зависимости от расположения источника. На плоскости излучение происходит в полупространство (вертикальный угол излучения Ω равен 2π ; в выемке излучение происходит в пределах угла Ω менее 2π ; на насыпи или эстакаде излучение происходит с вертикальным углом Ω более 2π). В связи с этим следует учитывать также и поправки на вертикальный угол излучения, в случае если этот угол отличается от 2π . Тогда формулу (5) следует представить в следующем виде:

$$L_{Аэкв \text{ р.т}} = L_{Аэкв} - \Delta L_{Арас} - \Delta L_{Авоз} - \Delta L_{А\beta/\text{т}} - \Delta L_{Апок} - \Delta L_{Азел} - \Delta L_{Аэкр} - \Delta L_{А\alpha} - \Delta L_{Азастр} - \Delta L_{Аверт.угол} + L_{Аотр}, \quad (6)$$

где $\Delta L_{Аверт.угол}$ – поправка на вертикальный угол излучения, дБА, которую определяем по формуле

$$\Delta L_{Аверт.угол} = 10 \lg \left(\frac{\Omega}{2\pi} \right), \quad (7)$$

где Ω – вертикальный угол излучения источника, рад.

Расчетные значения эквивалентных уровней звука в расчетных точках по формулам (1) – (5) и измеренные значения на территории сведем в табл. 2.

Таблица 2

**Сравнение измеренных и расчетных значений
по различным методикам, дБА**

№ РТ	$L_{\text{дтер}}$ по СНиП II-12-77	$L_{\text{дтер}}$ по Руководству [2]	$L_{\text{дэкв}}$ по Руковод- ству [3]	$L_{\text{дэкв}}$ по Справочни- ку [4]	$L_{\text{дэкв}}$ р.т. по СП 276.1325800.2016	Измеренные значе- ния $L_{\text{изм}}$	$L_{\text{дэкв}}$ р.т. по СП 276.1325800.2016 с учетом $\Delta L_{\text{дверт угол}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
6	64,8	64,2	66,0	67,0	66,8	67,1	66,8
7	73,5	73,1	73,9	70,7	72,3	75,9	75,3
8	67,7	66,9	69,0	68,8	68,4	67,1	66,6

Учет вертикального угла раскрытия Ω для сечения 1-1 (расчетная точка 6) составляет 0; для сечения 2-2 (расчетная точка 7) – +3,0; для сечения 3-3 (расчетная точка 8) – (–1,8).

Насыпь – $\Delta L_{\text{дверт угол}} = 10 \lg (3\pi/2\pi) \approx -1,8$ дБА.

Выемка – $\Delta L_{\text{дверт угол}} = 10 \lg (\pi/2\pi) \approx 3,0$ дБА.

Если внести эту поправку при определении уровня шума в расчетной точке 7, то уровень звука составит 75,3 дБА (табл. 2, гр. 8), а в расчетной точке 8 – 66,6 дБА (табл. 2, гр. 8).

Из данных табл. 2 следует, что расчетные значения эквивалентных уровней звука в расчетных точках по всем методикам имеют погрешность: ± 3 дБА для точек 7 и 8 (табл. 2, гр. 2–5) и +2,9 дБА для точки 6 (табл. 2, гр. 2–5). Разница значений, измеренных и рассчитанных по СП 276, имеет погрешность от –1,3 до 3,6 дБА (табл. 2, гр. 7 и 8).

Результаты измерений и расчеты показывают, что корректировку на вертикальный угол $\Delta L_{\text{дверт угол}}$ нужно учитывать при расчетах уровней звука в расчетных точках на территории городской застройки, в случае если расчетная точка и источник шума находятся не в одной плоскости. Погрешность между измеренными и расчетными значениями с учетом вертикального угла находится в пределах погрешности шумомера (табл. 2, гр. 7 и 8).

Самым простым методом определения уровня шума в расчетной точке оказалась методика в СНиП II-12-77 [1], т. к. не нужно производить много расчетов, а данные можно взять из таблиц или определить по номограммам и графикам. Самым трудозатратным способом оказался расчет по СП 276 [5].

Существующая методика, представленная в СП 276, для городской застройки может быть существенно упрощена, такие показатели, как коррекция, учитывающая снижение уровня звука вследствие его затухания в воздухе; коррекция, учитывающая влияние турбулентности атмосферы и ветра на процесс распространения звука; коррекция, учитывающая снижение уровня звука полосами зеленых насаждений, и дают незначительные поправки в реальных условиях городской застройки. Эти поправки целесообразно использовать

в случае, если расстояние от расчетной точки более 100 м, например на территориях загородных магистралей.

Для магистралей, расположенных в выемках или на насыпях, стоит учитывать поправку на вертикальный угол излучения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *СНиП II-12–77*. Защита от шума. Введ. в действие с 01.07.1978. Москва : Стройиздат, 1978. 51 с. (не действующий).
2. *Руководство по учету в проектах планировки и застройки городов требований снижения уровней шума*/ ЦНИИП градостроительства. Москва : Стройиздат, 1984. 55 с.
3. *Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки* от транспортного шума/ НИИ строит. физики Госстроя СССР. Москва : Стройиздат, 1982. 31 с.
4. *Осипов Г.Л., Коробков В.Е., Климухин А.А. и др.* Справочник проектировщика. Защита от шума в градостроительстве. Москва : Стройиздат, 1993. 96 с.
5. *СП 276.1325800.2016*. Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков. Введ. в действие с 04.07.2017. Москва : Минстрой России, 2016. 160 с.
6. *Прутков Б.Г.* Шумозащита в градостроительстве. Москва : Стройиздат, 1966. 116 с.
7. ГОСТ 20444–2014. Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. Москва : Стандартинформ, 2015. 18 с.
8. ГОСТ 23337–2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. Москва : Стандартинформ, 2015. 20 с.

REFERENCES

1. *SNiP II-12–77*. Zashchita ot shuma [Noise protection]. Moscow: Stroyizdat, 1978. 51 p. (rus)
2. *Rukovodstvo po uchetu v proyektakh planirovki i zastroyki gorodov trebovaniy snizheniya urovney shuma* [Noise reduction requirements in urban planning and development projects]. TSNIIP gradostroitel'stva. Moscow: Stroyizdat, 1984. 55 p. (rus)
3. *Rukovodstvo po raschetu i proyektirovaniyu sredstv zashchity zastroyki ot transportnogo shuma* [Guidance on calculation and design of building protection against traffic noise]. Moscow: Stroyizdat, 1982. 31 p. (rus)
4. *Osipov G.L., Korobkov V.Ye., Klimukhin A.A., et al.* Spravochnik proyektirovshchika. Zashchita ot shuma v gradostroitel'stve [Designer reference. Noise protection in urban planning]. Moscow: Stroyizdat, 1993. 96 p. (rus)
5. *SP 276.1325800.2016*. Zdaniya i territorii. Pravila proyektirovaniya zashchity ot shuma transportnykh potokov [Buildings and territories. Rules for designing traffic noise protection]. Moscow: Minstroy Rossii, 2016. 160 p. (rus)
6. *Prutkov B.G.* Shumozashchita v gradostroitel'stve [Noise protection in urban development]. 1966. 116 p. (rus)
7. *SNiP 20444–2014*. Shum. Transportnyye potoki. Metody opredeleniya shumovoy kharakteristiki [Noise. Traffic flows. Methods for determining noise performance]. Moscow: Standartinform, 2015. 18 p. (rus)
8. *SNiP 23337–2014*. Shum. Metody izmereniya shuma na selitebnoy territorii i v pomeshcheniyakh zhilykh i obshchestvennykh zdaniy [Noise. Methods for measuring noise in residential areas and residential and public buildings]. Moscow: Standartinform, 2015. 20 p. (rus)

Сведения об авторе

Большанина Таисья Сергеевна, аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, BolshaninaTS@gmail.com

Author Details

Tais'ya S. Bolshanina, Research Assistant, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, BolshaninaTS@gmail.com

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69.05

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-155-167

*М.О. АНУФРИЕВ, М.М. ТИТОВ,
Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОРАЗОГРЕВА БЕТОННОЙ СМЕСИ

Целью работы является создание малоэнергоемкой и малооперационной технологии электротермообработки бетонной смеси и бетона.

Одной из важнейших задач является разработка новых подходов к совершенствованию технологии бетонирования с разогревом бетонной смеси непосредственно у места укладки.

Для этого требуется устранить малозатратным способом локальный перегрев смеси и быстрое обрастание фазных электродов бетоном из-за проявления так называемого краевого эффекта, возникающий на краях электродов независимо от их формы.

Для реализации малозатратного устранения локального перегрева смеси и быстрого обрастания бетоном фазных электродов необходимо изучить картину электротепловых полей в зоне перегрева.

На основе исследований предложено и запатентовано усовершенствованное устройство для технологии электроразогрева бетонной смеси за счет выравнивания электрических полей в бетонной смеси узкими накладками на фазные электроды.

Причиной возникновения краевого эффекта является фундаментальный принцип отсутствия тангенциальной составляющей величины зарядов на поверхности электрода, т. е. заряды находятся во взаимно уравновешенном состоянии. Это состояние обеспечивается их скоплением на ребрах электродов. Вызываемая этим неравномерность напряженности электрического поля и плотности тока и приводит ко всем отрицательным последствиям. Но проявляется эта неравномерность в локальной области у торца электрода и купировать её можно также у торца узкой полосой диэлектрика.

Ключевые слова: технология строительства; зимнее бетонирование; электрод; фундаментальный принцип; купирование краевого эффекта.

Для цитирования: Ануфриев М.О., Титов М.М. Совершенствование устройств для предварительного электроразогрева бетонной смеси // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 155–167.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-155-167

*M.O. ANUFRIEV, M.M. TITOV,
Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering*

IMPROVEMENT OF DEVICES FOR PRELIMINARY ELECTRIC HEATING OF CONCRETE MIXTURE

Purpose: The aim of this work is to create low-power and low-operational technology of electric heat treatment of concrete mixture and concrete. One of the most important tasks is the development of new approaches to the improvement of the concrete casting technology with the concrete mix heating during concrete placement. This requires elimination of the local overheating of the mixture and the rapid concreting of phase electrodes due to the development of the so-called edge effect. It occurs at the edges of electrodes, regardless of their shape. To realize the low-cost elimination of local overheating of the mixture and concreting of phase electrodes, it is necessary to study the behavior of the electric heat fields in the overheating zone. **Outcomes:** Based on this research, the improved device for the electric heat treatment of concrete mixture is proposed and patented. The device is based on the electrical field grading in the concrete mixture using narrow plates on phase electrodes. **Research findings:** The edge effect is based on the fundamental principle of the absence of the tangential component of charges on the electrode surface, that is, charges are in a mutually balanced state. This condition is provided by their accumulation on the edges of electrodes. The resulting non-uniformity of the electric field strength and current density lead to negative consequences. But this non-uniformity is manifested in the local area at the end of electrode and can be stopped at the electrode end by a narrow dielectric strip.

Keywords: construction technology; winter concreting; electrode; fundamental principle; edge effect.

For citation: Anufriev M.O., Titov M.M. Sovereshnstvovanie ustroystv dlya predvaritel'nogo elektrorazogreva betonnoi smesi [Improvement of devices for preliminary electric heating of concrete mixture]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 155–167.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-155-167

Введение

В современной экономической ситуации строительной отрасли РФ особое значение приобретает эффективность используемых технологий в любом виде строительных работ. Применительно к технологии зимнего бетонирования есть все предпосылки для возрождения метода предварительного электроразогрева бетонной смеси (далее ПЭРБС), т. к. по оценкам многих авторов этот метод наиболее эффективен как технологически, так и экономически, поскольку позволяет сократить энергозатраты в 3–5 раз и сроки термообработки в 2–3 раза [1, 2]. Это происходит благодаря тому, что только в технологии ПЭРБС полностью реализуются основные закономерности физико-химии твердения бетона – закон прочности, закон действия масс, правило Аррениуса, принцип Ле-Шателье и др. [3].

Во времена массового применения технологии ПЭРБС (1965–1991 гг.) при выполнении процесса электроразогрева бетонной смеси в поворотных бункерах было замечено, что происходит закипание воды затворения бетонной смеси в области фазных электродов уже через 2–4 мин от начала процесса. И это была серьезная проблема, т. к. приводила довольно быстро к невозможности производить электроразогрев с требуемой скоростью – электроды

обрастали толстым слоем бетона, что снижало скорость и конечную температуру разогрева. В то время предлагалось устранять это явление всевозможными путями: устраивали щелевые вырезы в электродах, наваривали трубы на торцах электродов или изолировали краской края электродов и многое другое. Но эффект так и оставался прежним [4].

Поэтому устранение малозатратным способом локального перегрева смеси и быстрого обрастания фазных электродов бетоном со всеми отрицательными последствиями (снижение скорости разогрева и конечной температуры) является в настоящее время актуальным.

Сегодня проблема электроразогрева усугубляется ещё и тем, что в подавляющем большинстве случаев в массовом строительном производстве утрачены компетенции применения данного метода. Начиная с нулевых годов при оживлении строительства, но при отсутствии достаточных установленных мощностей на стройплощадке стали использовать греющие провода для электротермообработки бетона. Этот метод требует меньшей мощности, но время прогрева увеличивается в 3–5 раз по сравнению с ПЭРБС. Таким образом, на сегодняшний день при условии получения достаточной мощности или от городских сетей или местного источника энергоснабжения, что все чаще используется на строительных площадках, вполне возможно возродить данный метод и тем самым повысить эффективность технологии зимнего бетонирования.

По мере исследования вышеназванной проблемы были предложены способы её решения. Предлагалось делать электроды из тонкого металла не более 1 мм толщиной [5, 9] или выполнять устройства для разогрева бетонной смеси, где стенки бункера, примыкающие к фазным электродам, выполнялись из диэлектрика [6, 10, 11]. Такие решения хоть и приводят к положительным результатам, но являются дорогостоящими и трудноприменимыми на каждой стройке, поскольку также требуют высоких компетенций при изготовлении устройств и больших финансовых затрат.

В связи с этим возникает необходимость в разработке таких устройств, которые были бы дешевле, проще и доступней в использовании, но также решали бы указанную проблему.

Объектом настоящего исследования является электродная группа разогревающего устройства, а предметом исследования будет являться величина таких параметров процесса электроразогрева, как напряженность электрического поля, объемные тепловыделения, степень локального перегрева и др.

В связи с этим задачей данной работы является детальное исследование процесса и физики возникновения и развития приэлектродного кипения бетонной смеси, которое позволило бы выявить вызывающую его фундаментальную закономерность и на этой основе найти пути решения проблемы. Метод исследования, примененный в работе, – численный эксперимент, реализуемый при помощи программных комплексов. Для осуществления поиска первопричины возникновения данного явления необходимо выявить и исследовать всю последовательность возникающих явлений. Поскольку первоисточником прохождения электрического тока являются электрические заряды, надо начать с изучения расположения этих зарядов на поверхности проводника.

Основы электростатики заложили работы Ш. Кулона и Б. Франклина; найденный последним закон электрических взаимодействий дал возможность

Гауссу, Пуассону и др. создать изящную в математическом отношении теорию, но трудно поддающуюся аналитическому решению для практических задач [7].

Из электростатики известно, что точное распределение зарядов на электродах с самого начала неизвестно; заряды вынуждены сами распределять себя по поверхности электрода с учетом его формы и окружающих заряженных тел так, чтобы весь проводник (электрод) приобрел одинаковый потенциал [8].

Это происходит автоматически вследствие фундаментального принципа отсутствия тангенциальной составляющей величины заряда создаваемого им потенциала на поверхности проводника, т. е. этот принцип говорит о том, что ток не может двигаться по поверхности проводника из-за наличия заряда, и из этого принципа вытекает, что заряды растекаются таким образом, чтобы прийти в равновесие между собой. Отрицательные заряды выталкиваются из металла на поверхность проводника и по поверхности также отталкиваются друг от друга. Но чтобы эта система зарядов пришла в равновесие, они на ребрах скапливаются в очень большом количестве, в сотни раз превышающем их плотность по поверхности проводника для того, чтобы уравновесить систему зарядов на поверхности электрода.

Рассчитать это количество зарядов на поверхности тела на сегодняшний день невозможно, но современное программное обеспечение, решая численными методами уравнение Пуассона, позволяет оценить качественные и количественные характеристики всевозможных полей, в том числе и их распределение от потенциала и до конечных температурных потоков в электропроводной среде. Одним из таких программных средств является программный комплекс ELCUT 5.7 Professional Edition, который позволяет задавать шаг минимальной дискретизации для более детальной проработки исследуемой области поля. Программа дает возможность оперировать со следующими локальными и интегральными физическими величинами: скалярный электрический потенциал U ; вектор напряженности электрического поля E ; вектор плотности тока j , мощность тепловыделения в заданной точке объема W , температура t , градиент температуры G_r и плотность теплового потока F . ПК ELCUT 5.7 позволяет визуализировать результаты расчетов. Возможность задавать шаг минимальной дискретизации впервые позволила получить детальную картину распределения j и t в области края фазного электрода, которую невозможно получить экспериментально. Применяемые до настоящего времени инструменты (методы): использование физических моделей, производственных устройств, постановка и решение аналитическими и численными методами математических задач распределения электрических и тепловых полей – очень затратные и требуют большого количества времени, а экспериментальные исследования не позволяют построить достаточно точную картину происходящего.

После включения тока на фазном электроде возникает заряд и распространяется по всем поверхностям электрода (рис. 1).

Несмотря на крайне неравномерное распределение зарядов по поверхности электрода, общий заряд описывается известным уравнением

$$Q = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_R \int \vec{E} \cdot d\vec{S}. \quad (1)$$

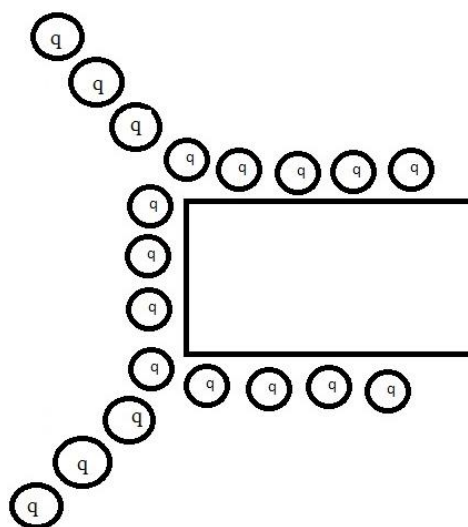


Рис. 1. Картина распределения зарядов на плоскости и ребре ортогонального фазного электрода

Что касается перемещения заряда, тут можно отметить следующее: если частица с зарядом q переносится в электрическом поле вдоль некоторого пути, то действующие на нее силы поля совершают работу. Отношение этой работы к величине переносимого заряда представляет собой физическую величину, называемую электрическим напряжением U . С помощью математического моделирования в программе ELCUT получаем картину эквипотенциалей, возникающих в бетонной массе (рис. 2).

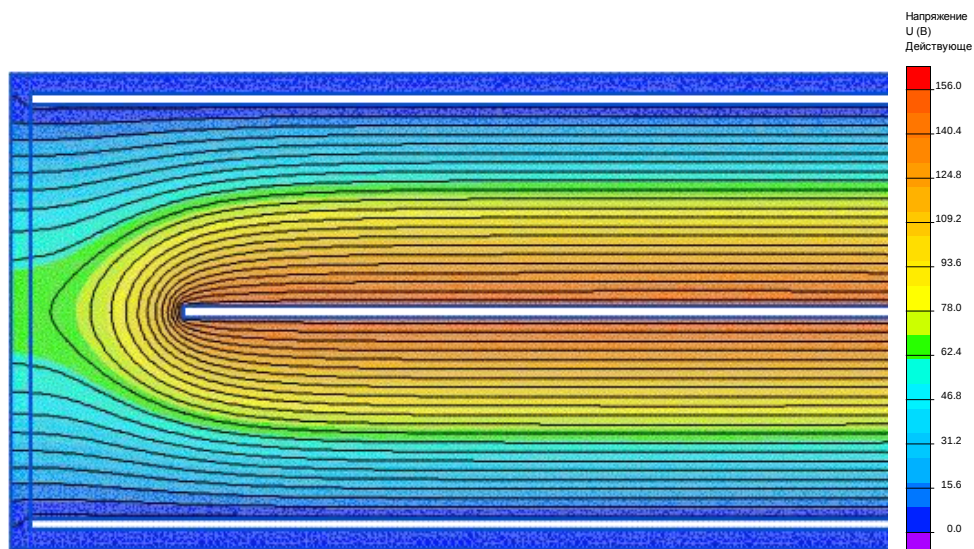


Рис. 2. Линии эквипотенциалей в бетонной смеси (U)

$$U = \varphi_1 - \varphi_2. \quad (2)$$

Изолинии потенциала, возникающие в общей массе бетона от фазного до нулевого электрода, проходят от 140 В на фазном электроде к 0 В на корпусе соответственно.

Электрическое напряжение представляет собой работу A , совершаемую над зарядом q при переносе его из одной точки в другую. Если говорить о характере распределения этих зарядов по плоскости электрода, тут важно обратить внимание на то, что концентрация зарядов в угловой части выше, чем на боковой грани. Это объясняется установившимся состоянием равновесия этих зарядов, вследствие чего одноименные заряды, сконцентрированные на наружной поверхности электрода, пытаясь оттолкнуться друг от друга, воздействуют на соседние электроны с взаимной силой, которая уравнивается их большим количеством на ребре.

Как уже было сказано, при перемещении над зарядами совершается работа, и там, где концентрация этих зарядов выше, т. е. в угловой части, совершается большая работа, нежели на боковой грани электрода. Об этом говорит различное падение напряжения на единицу длины в единицу времени на углу и боковой части, что показывает как картина в ПК ELCUT 5.7, так и множественные эксперименты в области электроразогрева. Большой градиент потенциала на углу характеризует соответственно большую напряженность поля в этом месте, ведь величина E прямо пропорциональна падению напряжения U .

В общей массе бетона напряженность электрического поля от плоскости электрода к корпусу не превышает 2,1 В/см (рис. 3).

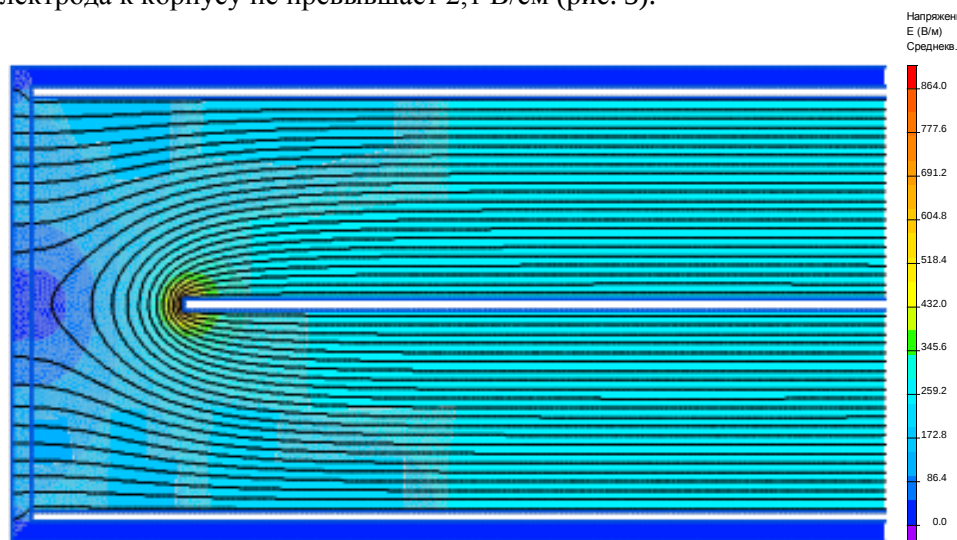


Рис. 3. Напряженность электрического поля в бетонной смеси (E)

$$E = -\text{grad}U. \quad (3)$$

А на ребре электрода под углом 45° , наоборот, возникает высокая напряженность до 10,6 В/см. Впервые это удалось показать наглядно с помощью численного эксперимента программного комплекса Elcut, и объясняется это высокой

концентрацией зарядов на ребре электрода. Заряды создают условия для возникновения высокой напряженности по этому направлению, поэтому до появления программных средств по реализации численных методов всех исследователей вводила в заблуждение причина возникновения перегрева – они измеряли напряжение во всех частях электрода – оно было одинаковым, а кипело вначале только в одном месте – на конце электрода, а потом во всех местах. Но напряженность была разная из-за того, что заряды были в скоплении на ребрах, а измерить их количество не представлялось возможным.

На рис. 4 показано направление вектора максимальной плотности тока n в бетонной смеси. На рис. 4, а мы видим, что на плоскости электрода плотность тока равна приблизительно 80 А/м^2 , на краю электрода – доходит до 180 А/м^2 . При более детальном рассмотрении картины по направлению n (рис. 4, б) видно, что у самого металла плотность тока на ребре 800 А/м^2 . Вот это и есть причина начала кипения смеси у ребра электрода.

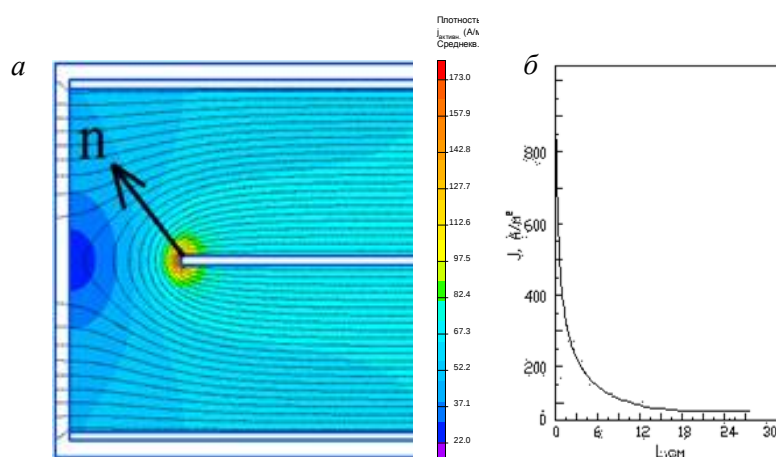


Рис. 4. Плотность тока в бетонной смеси (j) (а); плотность тока от ребра электрода по направлению максимума n (б)

$$j = \frac{E}{\rho}. \quad (4)$$

Характер тепловыделения в бетоне (рис. 5) такой же, как и у плотности тока, высокие тепловыделения возникают вблизи угла электрода – $6,6 \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^3$, в общей массе бетона тепловыделения равны $0,3 \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^3$.

$$\omega = q = j \cdot E = \frac{E^2}{\rho}. \quad (5)$$

На рис. 6 видно, что температурное пятно, равное 100°C , смещено в массу бетона на расстояние 1 см по направлению n .

$$\Delta t = \frac{P \cdot \Delta \tau}{c \cdot m}. \quad (6)$$

Возможность задавать шаг минимальной дискретизации позволила получить детальную картину распределения j и t в области края фазного электрода, которую невозможно получить экспериментально.

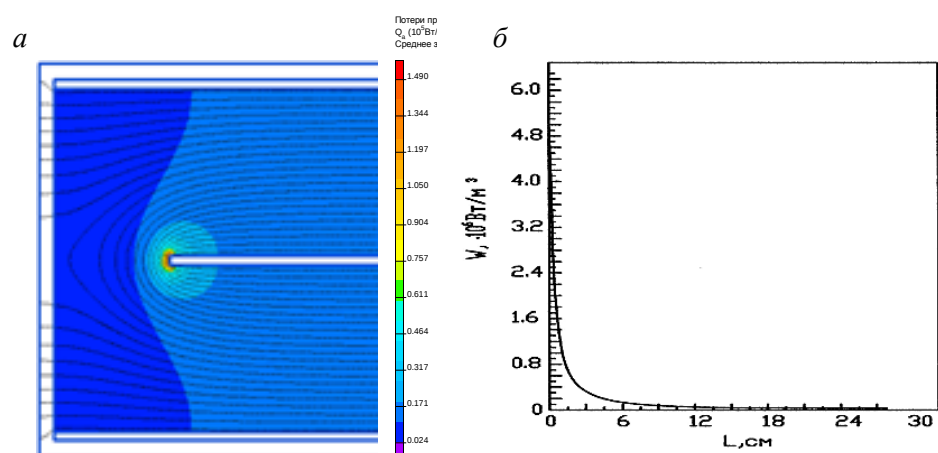


Рис. 5. Тепловыделения в бетоне ($\omega = q$) (а); удельное тепловыделение от ребра электрода по направлению n (б)

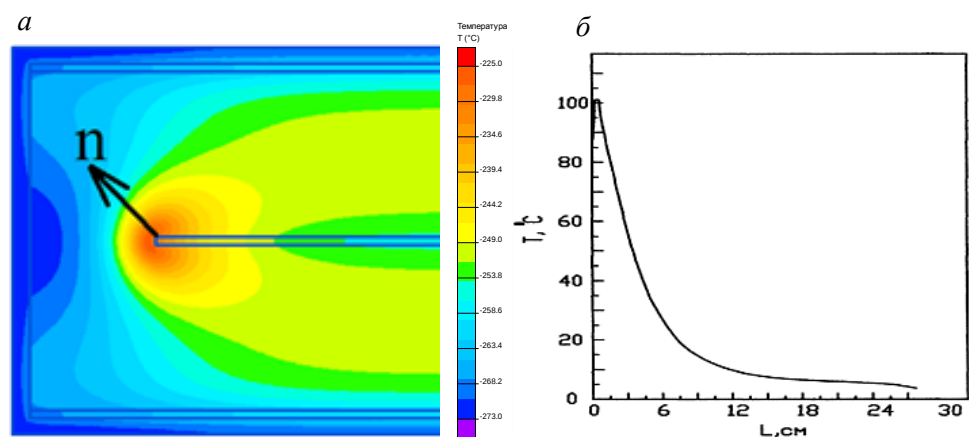


Рис. 6. Температурные поля к концу процесса электроразогрева бетонной смеси (Δt) (а); температура от ребра электрода по направлению n (б)

$$G_r t = \frac{\Delta t}{l}. \quad (7)$$

Рис. 7 демонстрирует смещение пятна максимального тепловыделения от ребра электрода по направлению n на 1,5–2 см. Там значимый градиент температуры максимален.

Векторы тепловых потоков (рис. 8) наглядно показывают причину возникновения приэлектродного кипения – тепловое пятно нагревает металл электрода до 100°C , и возникает приэлектродное кипение воды затворения бетонной смеси.

$$F = -\lambda \text{grad} t. \quad (8)$$

Поскольку тепловыделения, а значит, и температура пропорциональны плотности тока в квадрате, то наибольшая температура (100°C), в момент

начала приэлектродного кипения воды затворения, возникает в области ребер и торца электрода.

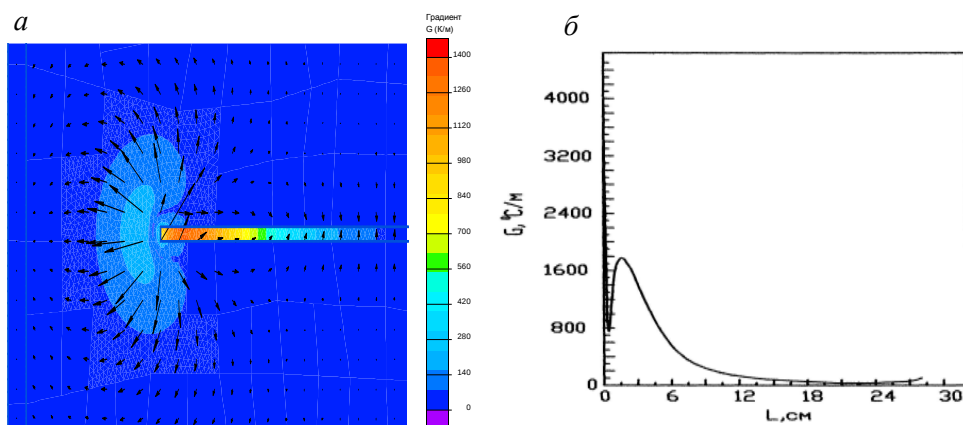


Рис. 7. Векторы температурных градиентов от ребра по направлению n (а); градиент температуры в бетонной смеси ($G_r t$) (б)

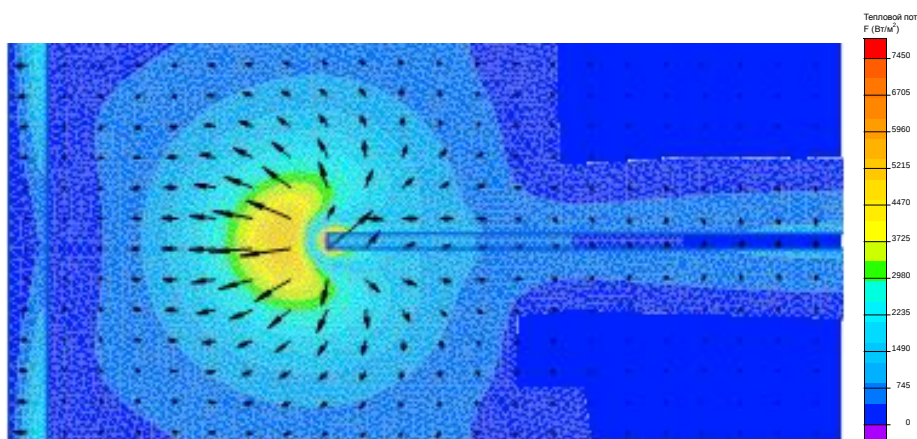


Рис. 8. Векторы тепловых потоков в бетонной смеси (F)

Таким образом, получаем связь между всеми приведенными выше решениями (таблица).

Связь полей

Q	U	E	j
Заряд на электроде	Напряжение на фазном электроде	Напряженность электрического поля	Плотность тока
$Q = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_R \int \vec{E} \cdot d\vec{S}$	$U = \varphi_1 - \varphi_2$	$E = -\text{grad}U$	$j = \frac{E}{\rho}$

Окончание таблицы

Q	U	E	j
Ампер·сек	Вольт	Вольт/метр	Ампер/метр ²
$\omega = q$	Δt	$G_r t$	F
Удельные тепло-выделения	Прирост температуры от тепловыделения	Температурный градиент	Плотность теплового потока
$\omega = q = j \cdot E = \frac{E^2}{\rho}$	$\Delta t = \frac{P \cdot \Delta \tau}{c \cdot m}$	$G_r t = \frac{\Delta t}{l}$	$F = -\lambda \text{grad} t$
Ватт/метр ³	°С	°С/метр	Ватт/метр ²

Анализ, обсуждение и выводы по результатам исследования

Имеющийся объем проведенных экспериментов с использованием программного комплекса ELCUT позволяет оценить неравномерность температурных полей, вызванную концентрацией зарядов на ребре электродов. Причем чем острее край, тем выше концентрация.

На основании проведенных численных экспериментов можно заключить следующее: главной причиной возникновения краевого эффекта является фундаментальный принцип отсутствия тангенциальной составляющей величины заряда на поверхности электрода, т. е. заряды находятся во взаимно уравнивающем состоянии. Вызываемая этим неравномерность напряженности электрического поля возрастает в десятки раз при приближении к угловой части электрода. Вызываемая этим неравномерность напряженности электрического поля и плотности тока и приводит ко всем отрицательным последствиям. Но проявляется эта неравномерность в локальной области у торца электрода, и купировать её можно также у торца узкой полосой диэлектрика.

Качественно новым устройством, устраняющим все отрицательные моменты процесса, вызванные краевым эффектом, является электроразогревающее устройство (ЭРУ), в котором фазные электроды заглублены в диэлектрик и верхние ребра находятся в воздухе в процессе электроразогрева [6], но это устройство является достаточно дорогим и сложным в производстве.

На основании установленного данным исследованием характера проявления этой неравномерности в локальной области у торца электрода и возможности купировать её у торца узкой полосой диэлектрика предложен новый способ защиты электродов при электроразогреве бетонной смеси.

На него был получен патент № 2660953 «Способ защиты электродов при электроразогреве бетонной смеси». Суть его поясняется на рис. 9, где изображено устройство для электроразогрева бетонной смеси в ортогональной проекции, реализующее заявляемый способ защиты электродов: план, разрез А-А и разрез В-В. На рис. 10 – узел А – в ортогональной проекции сопряжение фазного электрода 2, вертикальной электроизоляционной пластины 4, горизонтальной электроизоляционной гибкой пластины 3 и упорной горизонтальной электроизоляционной пластины 5.

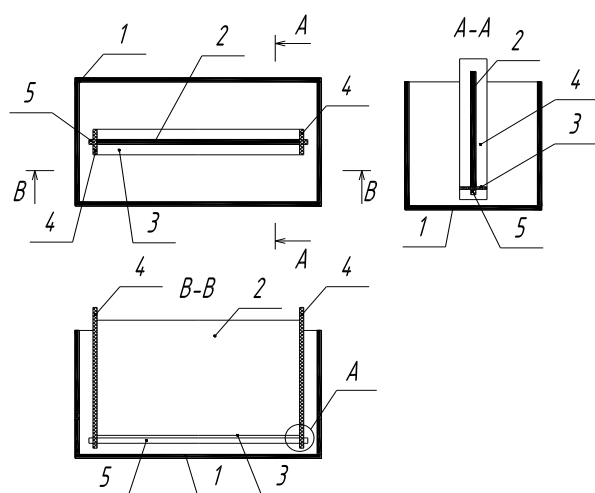


Рис. 9. Устройство для ПЭРС

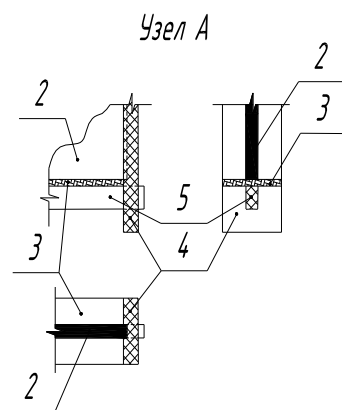


Рис. 10. Узел примыкания диэлектрика

В имеющий токоподводящие приспособления цельнометаллический корпус 1, в качестве которого может быть использован обычный строительный бункер – поворотный или неповоротный (но с прямоугольными очертаниями в плане), устанавливают фазный электрод 2 плоский металлический или несколько таких электродов, механически соединенных в электродную группу, в зависимости от результатов электротехнического расчета всего устройства и фиксируют любым известным способом.

Фазные электроды 2 должны быть параллельны боковым стенкам металлического корпуса 1. Фазные электроды 2 по вертикальной части периметра, соприкасающейся с электроизоляционными пластинами 4, заглубляют герметично в пазы этих электроизоляционных пластин 4 на глубину, не меньшую толщины фазного электрода 2.

Электроды выполнены опускаемыми в бункер с бетонной смесью (на время процесса электроразогрева) и в корпусе бункера фиксируются, но не закрепляются.

Для облегчения погружения электродов в бункер с бетонной смесью и подъема их после электроразогрева вертикальные боковые электроизоляционные пластины 4 выполнены из твердого диэлектрика, а нижняя горизонтальная 3 – из плоского гибкого диэлектрика и имеют ширину от 100 до 200 мм.

Угол между плоскостью электрода 2 и электроизоляционными пластинами 4 и 3 должен всегда быть не более 90°. Толщину фазного электрода 2 принимают достаточной для восприятия механических нагрузок. Например, принимают толщину, равную 6–12 мм.

При этом свободные торцы фазных электродов 2, т. е. торцы, не соприкасающиеся с электроизоляционными пластинами электродов, размещают выше уровня разогреваемой бетонной смеси.

Для электроразогрева бетонной смеси токоподводящие приспособления корпуса 1 зануляют, а на фазные электроды 2 подают напряжение от трехфазной сети. Бетонную смесь разогревают до требуемой температуры за счет прохождения по ней переменного электрического тока между фазными электродами 2 и между фазными электродами 2 и боковыми стенками металлического корпуса 1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Трембицкий С.М.* Технические организационные основы зимнего бетонирования монолитных железобетонных конструкций с прогревом бетона // Бетон и железобетон. 2007. № 6. С. 20–24.
2. *Трембицкий С.М.* Энерго- и ресурсосбережение в заводской и строительной технологии изготовления железобетонных изделий и конструкций. Москва : ОАО «Издательство “СТРОЙИЗДАТ”», 2004. 262 с.
3. *Арбеньев А.С.* От электроразогрева к синергобетонированию виброэлектроразогревом. Владимир : Изд-во Владим. гос. техн. ун-та, 1996. 336 с.
4. *Шешуков А.П., Арбеньев А.С., Цюпка Н.К., Витько С.Д.* Влияние площади электродов на качество электроразогрева бетонной смеси // Совершенствование технологии строительного производства: межвузовский тематический сборник / под ред. А.И. Гныри. Томск : Изд-во Томского университета, 1980. С. 106–113.
5. *Электрод для электронагрева токопроводящих смесей.* Пол. решение о выдаче а. с. по заявке 4713098/24-89 / М.М. Титов, А.В. Башаев, И.С. Зельман.
6. *Пат. 2193484 РФ.* Способ защиты электродов при электроразогреве бетонной смеси / М.М. Титов, Л.В. Куликова, А.В. Рязанов. Бюл. № 33 от 27.11.2002 г.
7. *Иоссель Ю.Я.* Расчет полей в энергетике. Ленинград : Энергия, 1978. 272 с.
8. *Карпушкина С.А.* Анализ точности численных решений краевых задач на основе аналитических решений // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. № 3–4 (7–8). URL : <http://www.exponenta.ru/journal>
9. *Титов М.М.* Неравномерность электротепловых полей в разогревающих устройствах // Изв. вузов. Строительство. 2008. № 10. С. 51–54.
10. *Титов М.М.* Технология предварительного электроразогрева бетонной смеси с использованием современного оборудования // Изв. вузов. Строительство. 2009. № 3–4. С. 56–62.
11. *Гныря А.И., Титов М.М.* Новое слово в разработке технологии предварительного электроразогрева бетонной смеси // Технологии бетонов. 2008. № 1. С. 84–87.

REFERENCES

1. *Trembitsky S.M.* Tekhnicheskie organizatsionnye osnovy zimnego betonirovaniya monolitnykh zhelezobetonnykh konstrukttsii s progrevom betona [Technical organizational bases of winter concreting of monolithic reinforced concrete structures with heating of concrete]. *Beton i zhelezobeton*. 2007. No. 6. Pp. 20–24. (rus)

2. *Trembitsky S.M.* Energo- i resursosberezhenie v zavodskoi i stroitel'noi tekhnologii izgotovleniya zhelezobetonnykh izdelii i konstruksii [Energy and resource saving in factory and construction technology of reinforced concrete products and structures]. Moscow: Stroyizdat, 2004. 262 p. (rus)
3. *Arbenyev A.S.* Ot elektrorazogreva k energobetonirovaniyu vibroelektorazogrevom [From electric heating to concreting by vibrating electric heating]. Vladimir, 1996. 336 p. (rus)
4. *Sheshukov, A.P., Arseniev A.S., Tsiupko N.T., Vitko S.D.* Vliyanie ploshchadi elektrodov na kachestvo elektrorazogreva betonnoi smesi. Sovershenstvovanie tekhnologii stroitel'nogo proizvodstva [The effect of electrode area on the quality of electric heating of concrete mix]. In: Construction technology improvement, A.I. Gnyrya, Ed. Tomsk: TSU, 1980. Pp. 106–113. (rus)
5. *Titov M.M., Bashaev V.A., Zelman I.S.* Elektrod dlya elektronagreva tokoprovodyashchikh smesei [Electrode for electric heating of conductive mixtures]. Issue of Author's Certificate N 4713098/24-89. (rus)
6. *Titov M.M., Kulikova L.V., Ryazanov A.V.* Sposob zashchity elektrodov pri elektrorazogreve betonnoi smesi [Protection of electrodes at electric heating of concrete mix]. Pat. Russ. Fed. N 2193484, 2002. (rus)
7. *Iossel' Yu.Ya.* Raschet polei v energetike [Calculation of fields in energy sector]. Leningrad: Energy, 1978. 272 p. (rus)
8. *Karpushkina S.A.* Analiz tochnosti chislennykh reshenii kraevykh zadach na osnove analiticheskikh reshenii [Analysis of accuracy of numerical solutions of boundary problems based on analytical solutions]. *Exponenta Pro. Matematika v prilozheniyakh*. 2004. No. 3–4 (7–8). Available: www.exponenta.ru/journal (rus)
9. *Titov M.M.* Neravnomernost' elektroteplovyykh polei v razogrevayushchikh ustroystvakh [Non-uniformity of electro-thermal fields in heating devices]. *Izv. vuzov. Stroitel'stvo*. 2008. No. 10. Pp. 51–54. (rus)
10. *Titov M.M.* Tekhnologiya predvaritel'nogo elektrorazogreva betonnoi smesi s ispol'zovaniem sovremennogo oborudovaniya [Technology of preliminary electric heating of concrete mix using modern equipment]. *Izv. vuzov. Stroitel'stvo*. 2009. No. 3–4. Pp. 56–62. (rus)
11. *Gnyrya A.I., Titov M.M.* Novoe slovo v razrabotke tekhnologii predvaritel'nogo elektrorazogreva betonnoi smesi [Development of new technology of preliminary electric heating of concrete mix]. *Tekhnologii betonov*. 2008. No. 1. Pp. 84–87. (rus)

Сведения об авторах

Ануфриев Максим Олегович, ассистент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, Anufrievmo@mail.ru

Титов Михаил Михайлович, профессор, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, agd_tmm48@mail.ru

Authors Details

Maksim O. Anufriev, Junior Professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, Anufrievmo@mail.ru

Mikhail M. Titov, Professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, agd_tmm48@mail.ru

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

УДК 504.064.47: 550.837.3

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-168-180

*Е.А. ШАБАНОВ, С.М. ПРОСТОВ, О.В. ГЕРАСИМОВ,
Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева*

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИЯХ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Объектом исследования являются загрязненные нефтепродуктами грунтовые основания зданий и сооружений, глинистые грунты.

Цель исследования – обоснование оперативного электрофизического метода контроля процессов загрязнения и очистки грунтов от нефтепродуктов и установление закономерностей изменения свойств грунтового массива при электрохимической обработке для определения рациональных режимов обработки.

Исследования проведены на экспериментальной лабораторной установке, включающей двухэлектродную схему электрообработки искусственно загрязненного грунта, оборудованную системой микродатчиков удельного электросопротивления. Для определения физико-механических свойств грунтов использовались традиционные методы лабораторных испытаний. Рассмотрена возможность контролируемой очистки грунтов электрохимическим методом с использованием системы непрерывного оперативного геофизического мониторинга.

Экспериментально подтверждено изменение физических свойств загрязненных грунтов при воздействии на массив электрического тока. На объемной физической модели установлено явление коагуляции нефтепродуктов в порах грунта при электрообработке, приводящее к увеличению крупности песчаных и глинистых компонентов и взаимосвязанное с изменениями электросопротивления грунта. Приведено сравнение физических процессов, протекающих в чистом и загрязненном грунтовым массиве при обработке. Установлено, что при пропускании электрического тока через загрязненные грунты нефтепродукты в порах переходят в твердое связанное менее токсичное состояние, что приводит к изменению удельного электросопротивления грунта на всем протяжении зоны обработки. Эту закономерность целесообразно использовать для контроля процессов дезактивации загрязненных грунтов.

Ключевые слова: основания зданий и сооружений; загрязнение; нефтепродукты; глинистые грунты; удельное электросопротивление; гранулометрический состав.

Для цитирования: Шабанов Е.А., Простов С.М., Герасимов О.В. Лабораторные исследования процессов электрохимической очистки грунтов в основаниях эксплуатируемых зданий и сооружений от нефтепродуктов // Вестник

Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019.
Т. 21. № 4. С. 168–180.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-168-180

*E.A. SHABANOV, S.M. PROSTOV, O.V. GERASIMOV,
Kuzbass State Technical University*

IN VITRO STUDIES OF ELECTROCHEMICAL PURIFICATION OF FOUNDATION SOIL FROM OIL PRODUCTS

Purpose: The aim of this work is the operational electrophysical method of the control for contamination and purification of soil from oil products and the identification of changes in the soil properties in electrochemical processing to determine rational modes of processing. **Methods:** Investigations are performed on the laboratory setup including the two-electrode scheme of electric treatment of the artificially polluted soil. The setup is equipped with a system of micro sensors of specific electrical resistance. Traditional laboratory tests are used to determine the physical and mechanical properties of soils. The possibility of control for soil purification by electrochemical method using a system of continuous operational geophysical monitoring is considered. **Results:** Changes in the physical properties of contaminated soils are experimentally confirmed when exposed to the electric current. A physical model is created for coagulation of oil products in pores during the electrical processing. It increases the amount of sand and clay components with changes in the electrical resistance of soil. The physical processes in the clean and polluted soil are compared. It is shown that when electric current passes through contaminated soils, oil products in pores transfer to a solid, less toxic state, which leads to a change in the specific electrical soil resistance throughout the zone processed. This pattern should be used to control soil decontamination.

Keywords: soil foundation; contamination; oil products; clay soils; electrical resistivity; particle size distribution.

For citation: Shabanov E.A., Prostov S.M., Gerasimov O.V. Laboratornye issledovaniya protsessov elektrokhimicheskoi ochistki gruntov v osnovaniyakh ekspluatiruemykh zdaniy i sooruzhenii ot nefteproduktov [In vitro studies of electrochemical purification of foundation soil from oil products]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 168–180.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-168-180

Введение

Строительство – это отрасль народного хозяйства, нуждающаяся в большом количестве различных строительных материалов, сырья, водных, энергетических и других ресурсов, получение которых оказывает сильное воздействие на окружающую природную среду [1–3]. В частности, работа принадлежащих отрасли предприятий по переработке сырья и изготовлению деталей, изделий и конструкций, а также деятельность строительно-монтажных организаций, непосредственно ведущих работы на строительных площадках и оснащенных большим количеством разнообразной строительной техники и транспортными машинами, ведет к отрицательным экологическим последствиям [4–7]. При работе различных машин и механизмов происходят многочисленные утечки нефтепродуктов (жидкого горючего, смазочных материалов и т. д.) в грунты непосредственно на площадке строительства и вне ее. Большая часть нефтепро-

дуктов попадает в основания зданий и сооружений, дорог, а также в грунты прилегающей территории, подлежащей благоустройству [8–10].

Природная нефть не является токсичным веществом, хотя разливы нефти при авариях трубопроводов и добычных скважин приводят к угнетению и последующей гибели некоторых живых организмов. Большую опасность представляют продукты промышленной переработки нефти – бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, машинные и технические масла. Нефтепродукты содержат ароматические углеводороды (бензин, керосин, дизельное топливо до 20 %, автомобильные масла до 40 %), хорошо растворяющиеся в грунтовых водах (наибольшей растворимостью отличаются бензол, толуол, ксилол). Кроме того, высокооктановые бензины и минеральные масла (особенно отработанные) содержат до 20 % различных добавок, растворителей и тяжелых металлов, относящихся к токсичным и отравляющим веществам. Нефтепродукты отнесены к классу маркерных и подлежат экологическому контролю [11].

Загрязнение нефтепродуктами является опасным для жизни и здоровья человека, а также для жизнедеятельности растений и животных.

Существуют различные способы очистки загрязненных грунтов [12, 13]. Самый простой и экономичный способ очистки – это извлечение загрязненного грунта из массива, но поскольку возможность извлечь грунт из сооружения есть не всегда, очень перспективным с этой точки зрения является электрохимический способ очистки грунтов, т. к. с помощью этого метода возможно проводить дезактивацию загрязненных грунтов непосредственно под строящимися и эксплуатируемыми зданиями, сооружениями, дорогами и благоустроенными территориями без извлечения грунта.

На данный момент не изучены методы контроля процессов загрязнения и очистки грунтов от нефтезагрязнений и не исследованы закономерности изменения свойств грунтов при электрохимической обработке, не обоснованы ее рациональные параметры [14–16].

Целью исследования является изучение методов контроля процессов загрязнения и очистки грунтов от нефтепродуктов и установление закономерностей изменения свойств грунтов при электрохимической обработке, обоснование рациональных параметров обработки.

Методы исследования

Для выявления закономерностей изменения физических свойств грунта при загрязнении и очистке были проведены лабораторные исследования на объемной физической модели. Она представляла собой участок зоны электрохимической обработки с реальными поперечными размерами электродов и расстоянием между ними в горизонтальном сечении (рис. 1).

В качестве исследуемой среды применялся уплотненный суглинок, смешанный с помощью миксера с нефтепродуктом. Концентрация нефтезагрязнителя соответствовала практически возможной при постепенном периодическом загрязнении или при разливе нефти в результате аварии. Таким образом, все физические параметры модели не отличались от соответствующих параметров природы.

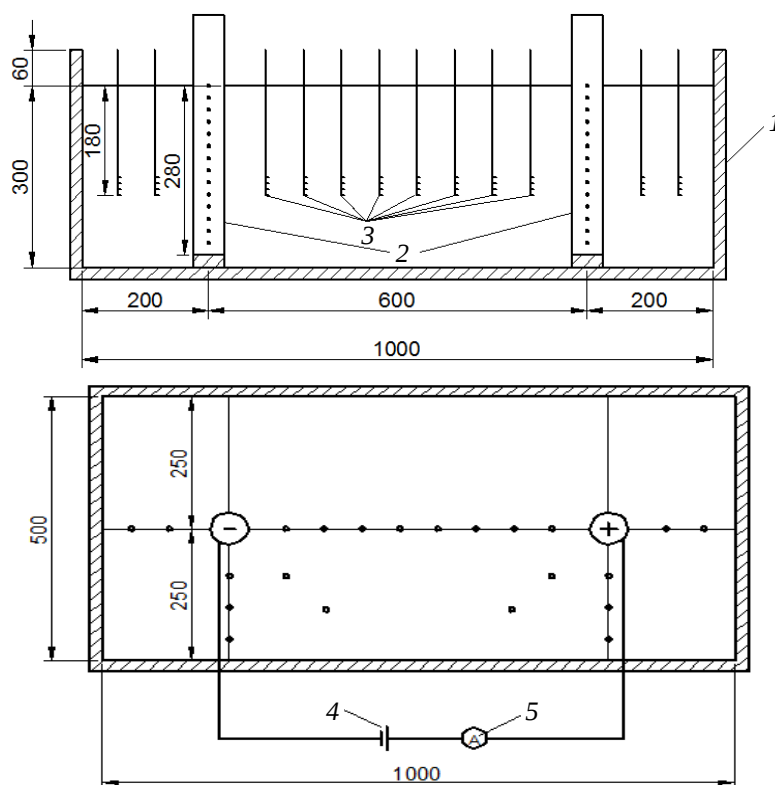


Рис. 1. Схема экспериментальной трехмерной модельной установки:

1 – емкость (ванна); 2 – электроды-инъекторы; 3 – датчики-микрозонды; 4 – питающая установка (два последовательно включенных источника питания постоянного электрического тока Б5-50); 5 – амперметр

Емкость с размерами 1000×500×360 мм изготовлена из непроводящего электрический ток материала (ламинированной влагостойкой фанеры), гидроизолирована полиэтиленовой пленкой и заполнена суглинком. В грунт на глубину 300 мм погружены электроды-инъекторы – перфорированные стальные электросварные трубы с внутренним диаметром 51 мм, заглушенные внизу деревянной заглушкой (рис. 2).

Методика эксперимента включала измерение истинного удельного электросопротивления (УЭС) загрязненного грунта с помощью описанных выше датчиков-микрозондов, погруженных в грунт на глубину 180 мм. Общее количество датчиков – 22. Электрическое поле в модели создавалось стабилизированным блоком питания Б5-50 с напряжением $U = 50\text{--}300\text{ В}$ при силе тока до 0,6 А.

Физическое моделирование процессов электрохимической обработки грунтов на объемной модели производилось в две стадии. На первой стадии эксперимента была произведена параллельная обработка грунта в двух емкостях. В первую был загружен чистый суглинок массой 260 кг, перемешанный с водой (52 кг), а во вторую был загружен суглинок массой 250 кг, перемешанный с водой (47 кг) и отработанным маслом – нефтезагрязнителем (8,1 кг).



Рис. 2. Экспериментальная установка:

1 – емкость (ванна); 2 – электроды-инъекторы; 3 – датчики-микрозонды; 4 – питающая установка – источник питания постоянного электрического тока В5-50; 5 – каротажный прибор КП-2

Графики изменения относительного УЭС ρ/ρ_0 по основной оси электрообработки на различных ее стадиях приведены на рис. 3 и 4.

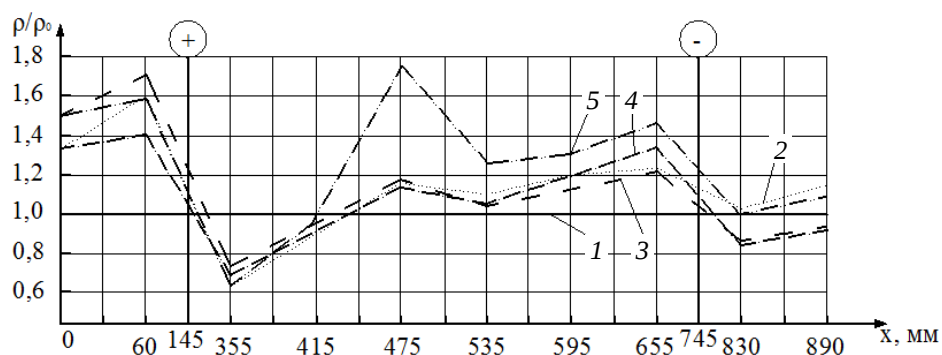


Рис. 3. Изменение УЭС чистого грунта при электрообработке:

1 – начало обработки; 2 – токорасход $I \cdot t = 3,6$ А·ч; 3 – 6 А·ч; 4 – 13,5 А·ч; 5 – 22,5 А·ч

Из приведенных результатов эксперимента следует, что электроосмотические процессы в приэлектродных областях при обработке чистого и загрязненного нефтепродуктом грунта взаимосвязаны и имеют при этом существенные отличия, обусловленные различием электропроводящих свойств водного раствора (низкое УЭС) и машинного масла (диэлектрик):

– у чистого грунта (рис. 3) происходит поступательное перемещение влаги от катода к аноду, сопровождающееся снижением УЭС в зоне скопления влаги и увеличением УЭС в зоне электроосушения, при этом прианодная зона осушения по протяженности превышает зону влагонасыщения, формиро-

вание указанных зон происходит достаточно быстро, через 30–35 А·ч с момента начала электрообработки;

– в загрязненном грунте (рис. 4) зафиксирован волнообразный характер изменения УЭС, связанный с тем, что вязкость нефтепродукта значительно выше, чем водного раствора; при этом положительные пики УЭС, соответствующие преобладанию в порах нефтепродукта, и отрицательные, соответствующие преобладанию водного раствора, в ходе обработки становятся более контрастными и перемещаются в зону анода; в катодной области при оттоке влаги УЭС меняется незначительно, что указывает на преобладающее влияние изоляции минеральных зерен грунта масляной пленкой.

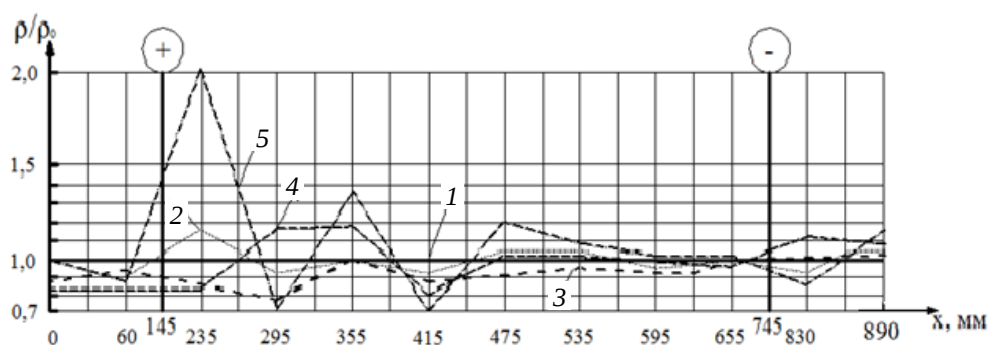


Рис. 4. Изменение УЭС загрязненного отработанным маслом ShellHelixUltra грунта при электрохимической обработке:

1 – начало обработки; 2 – токорасход $I \cdot t = 10$ А·ч; 3 – 30,3 А·ч; 4 – 50,7 А·ч; 5 – 65,1 А·ч

Гидродинамические процессы в приэлектродных областях характеризуются круговыми диаграммами УЭС, приведенными на рис. 5 и 6.

Установлены следующие особенности формирования приэлектродных объемных зон: $I \cdot t$, А·ч:

– вокруг анода в чистом грунте наблюдается асимметрия УЭС, зона скопления влаги с $\rho/\rho_0 = 0,6–0,7$ соответствует круговому сектору в диапазоне $\Delta\varphi = 90–120^\circ$, с бокового и обратного направления зафиксирован отток жидкости; непосредственно вблизи электрода-катода формируется зона термического осушения грунта ($r = 90$ мм), по мере удаления от оси электрода анизотропия УЭС значительно сглаживается;

– в загрязненном грунте в прикатодной зоне не зафиксировано ярко выраженного слоя термического осушения, в остальной структура данной зоны не отличается от чистого грунта; в прианодном объеме сектор скопления нефтепродукта достигает $\Delta\varphi = 180^\circ$.

Временной характер описанных выше процессов в приэлектродных областях на основной оси обработки характеризуется графиками зависимостей относительного УЭС ρ/ρ_0 в характерных точках массива от токорасхода $I \cdot t$, приведенными на рис. 7.

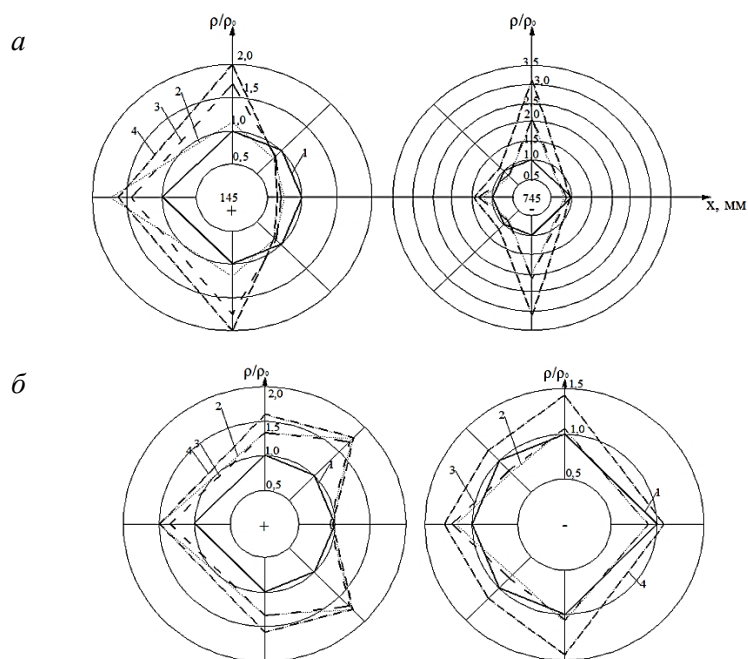


Рис. 5. Круговые диаграммы изменения УЭС чистого грунта при электрохимической обработке при $r = 90$ мм (а) и $r = 150$ мм (б):

1 – начало обработки; 2 – токорасход $I \cdot t = 6$ А·ч; 3 – 13,5 А·ч; 4 – 22,5 А·ч

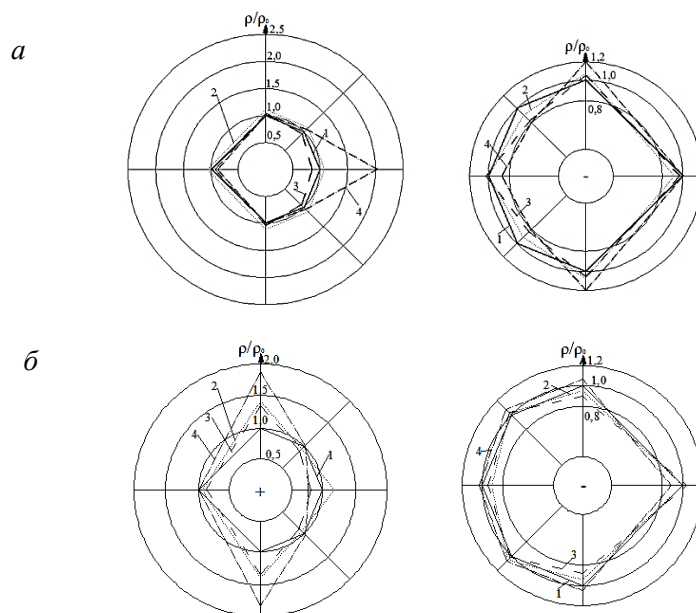


Рис. 6. Круговые диаграммы изменения УЭС загрязненного отработанным маслом грунта при электрохимической обработке при $r = 90$ мм (а) и $r = 150$ мм (б):

1 – начало обработки; 2 – токорасход $I \cdot t = 21,3$ А·ч; 3 – 30,3 А·ч; 4 – 65,1 А·ч

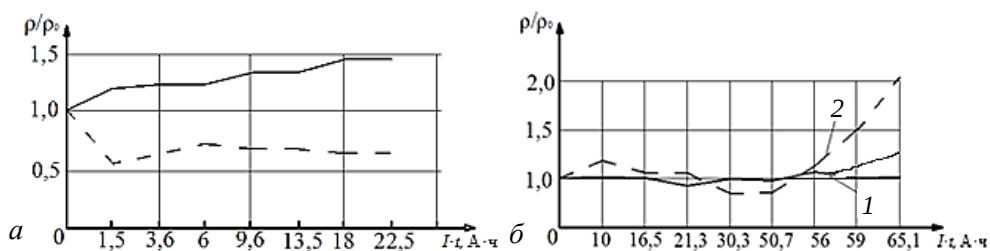


Рис. 7. Изменение УЭС чистого (а) и загрязненного отработанным маслом ShellHelixUltra (б) грунта при электрохимической обработке:

1 – на датчике № 1 около отрицательного электрода; 2 – на датчике № 8 около положительного электрода

Результаты исследований физических свойств грунтов до и после обработки массива приведены в табл. 1, а гранулометрического состава грунта – в табл. 2.

Таблица 1

Изменение физических параметров грунта в результате электрообработки

Номер ванны, расположение пробы	Характеристики (до/после обработки)		
	Влажность, %	Плотность во влаж- ном состоянии, г/см ³	Плотность в сухом состоянии, г/см ³
№ 1 на +электроде	35,3/28,1	2,38/2,22	1,76/1,728
№ 1 в середине	35,2/30,1	2,33/2,2	1,73/1,694
№ 1 на –электроде	35,2/29,6	2,14/2,01	1,58/1,55
№ 2 на +электроде	39,4/29,1	2,51/2,28	1,8/1,766
№ 2 в середине	39,4/31,3	2,48/2,23	1,78/1,746
№ 2 на –электроде	39,4/28,8	2,44/2,22	1,75/1,72

Таблица 2

**Изменение гранулометрического состава грунта
в результате электрообработки**

Номер ванны, расположение пробы	Содержание фракций (мм), % (до/после обработки)				
	2	0,5	0,25	0,1	< 0,1
№ 1 на +электроде	8,8/12,0	33,3/36,0	17,5/15,0	19,2/19,0	21,2/18,0
№ 1 в середине	8,8/9,8	33,3/34,1	17,5/16,2	19,2/23,0	21,2/16,9
№ 1 на –электроде	8,8/9,5	33,3/37,2	17,5/15,7	19,2/22,0	21,2/15,6
№ 2 на +электроде	8,8/6,1	33,3/41,8	17,5/15,8	19,2/31,2	21,2/5,1
№ 2 в середине	8,8/7,3	33,3/38,2	17,5/16,3	19,2/26,2	21,2/12,0
№ 2 на –электроде	8,8/8,6	33,3/43,7	17,5/14,5	19,2/24,8	21,2/8,4

Динамика изменения гранулометрического состава грунта в межэлектродном пространстве на конечной стадии обработки отражена графиками на рис. 8.

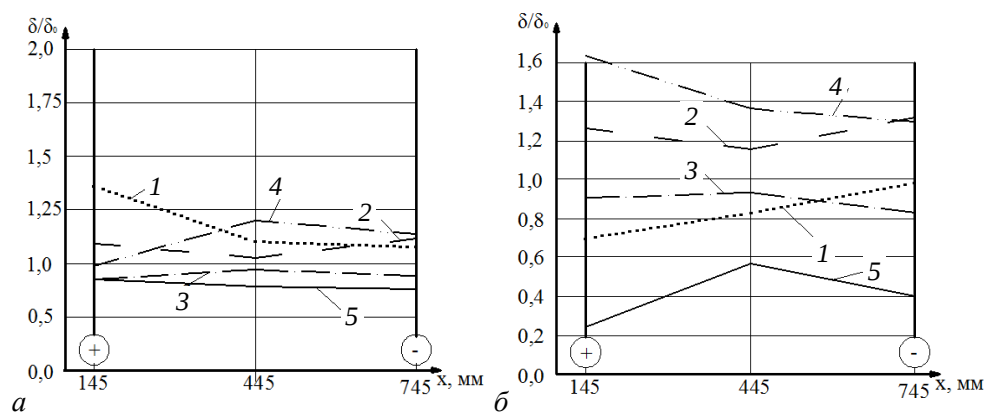


Рис. 8. Изменение гранулометрического состава чистого (а) и загрязненного (б) грунта при электрохимической обработке:

1 – фракция 2 мм; 2 – 0,5 мм; 3 – 0,25 мм; 4 – 0,1 мм; 5 – < 0,1 мм

Из данных табл. 1 следует, что в обоих грунтах при электрообработке происходит химическое связывание влаги и нефтепродукта, что приводит к общему снижению влажности грунта на 5–20 % и снижению его плотности на 2–10 % как во влажном, так и в сухом состоянии.

Весьма существенные изменения установлены в гранулометрическом составе грунта:

- в чистом грунте только в анодной зоне установлено резкое снижение содержания фракции менее 0,1 мм и увеличение фракции 2,0 мм;

- в загрязненном грунте на всем протяжении зоны обработки происходит увеличение размера частиц с переходом фракции < 0,1 мм в диапазон 0,1–0,5 мм вследствие процессов коагуляции масла, слипания мелких частиц, при этом вероятен переход нефтепродукта из жидкого состояния в твердое, которое считается менее токсичным и менее экологически вредным.

После прекращения обработки током было произведено извлечение грунта из емкостей со снятием слоями высотой от 4 до 6 см, при этом производили фотофиксацию и сопоставляли полученные данные электромониторинга с фактическим состоянием грунта. Основные результаты визуального осмотра:

- около катода и анода на поверхности грунта появились трещины с глубиной около катода до 8 см, у анода – до 17 см (рис. 9, а);

- грунт около катода рыхлый и легко крошится, а возле анода – прочный и не осыпается в перфорационные отверстия электрода;

- грунт около анода по всей глубине имеет характерный серый отблеск и отличается по цвету (рис. 9, б).

В зоне катода грунт желто-коричневого цвета, схож с естественным цветом глины, а у анода – темно-серого и темно-коричневого цвета.

Результаты исследования

При сравнении результатов визуального анализа фактического состояния грунта на глубине установки датчиков (рис. 9, в) с данными, полученными электрофизическим методом, установлено, что на катоде после обработки

величина УЭС меньше первоначальной, и именно на этом электроде происходило скопление растворителя. На аноде в этот момент величина УЭС возросла более чем в 2 раза, что также соответствует фактическому состоянию грунта, т. к. его цвет совпадает с цветом загрязнителя. За счет движения жидкости в прикатодной зоне произошла промывка этой зоны, вследствие этого она приобрела более естественный оттенок. На аноде движение и разжижение нефтепродуктов произошло менее интенсивно, и это повлияло на остаточное загрязнение нефтепродуктом.

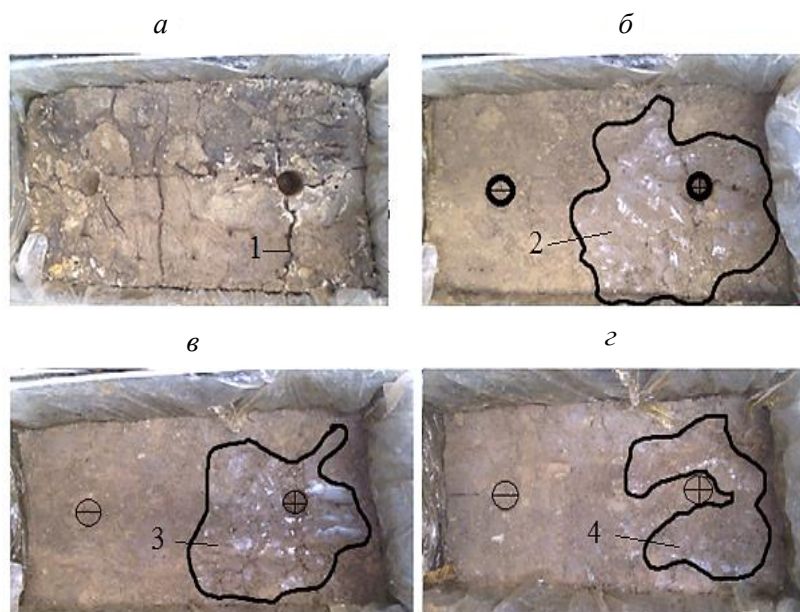


Рис. 9. Результаты визуального послойного осмотра грунта после электрохимической обработки:

а – верхний слой грунта; б – грунт на глубине 8 см; в – грунт на глубине установки датчиков; г – нижний слой грунта; 1 – трещины в грунте; 2 – серый отблеск глинистого массива; 3 – зона грунта с темно-серым отблеском на глубине установки датчиков; 4 – зона остаточного загрязнения

Дополнительно были изучены образцы грунта под электродами на контакте с гидроизолирующей пленкой на дне ванны, т. к. эта зона могла послужить местом скопления жидкостей. Было обнаружено, что под катодом грунт содержит отдельные вкрапления нефтепродукта, а под анодом образец покрыт сплошной пленкой нефтепродукта.

Дополнительное введение в электроды-инъекторы активного вещества-растворителя н-Гексан приводит к разжижению нефтепродукта и его перемешиванию в порах с естественной влагой, что нарушает монотонность процессов изменения УЭС в прикатодной области, где происходит дополнительное скопление жидкого нефтепродукта, и замедляет интенсивность уплотнения грунта в прианодной области. Особенно резко это проявляется при грунтах, загрязненных более вязким отработанным маслом.

Таким образом, результаты измерения УЭС и определения физических характеристик грунта были в целом подтверждены результатами визуального осмотра при извлечении обработанного электрохимическим способом грунта.

Заключение

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

- при пропускании электрического тока и воздействии его на нефтепродукты в порах грунта они переходят в твердое связное менее токсичное состояние, что приводит к увеличению УЭС грунта на всем протяжении зоны обработки, а также к уменьшению влажности;
- в результате электролитического воздействия постоянного тока на загрязненный массив происходит образование твердых частиц и слипание этих частиц, что приводит к изменению гранулометрического состава глинистого грунта в сторону увеличения содержания более крупных фракций;
- при обработке грунта электрическим током влажность грунта снижается, а увеличение процентного содержания крупных фракций приводит к снижению плотности грунта как во влажном, так и в сухом состоянии;
- процесс фазового преобразования нефтесодержащего продукта в порах грунта, обусловленный электрической и термической коагуляцией, происходит во всем межэлектродном пространстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Снижение экологического ущерба флоре и фауне за счет использования отходов нефтедобычи в производстве теплоизоляционных материалов // Экологическая химия. 2018. Т. 27. № 1. С. 49–58.
2. Величко Е.Г., Цховребов Э.С., Меднов А.Е. Оценка эколого-экономического ущерба, наносимого при проведении строительно-монтажных работ // Жилищное строительство. 2014. № 8. С. 48.
3. Пичугин Е.А. Система управления нефтесодержащими отходами с использованием экологически безопасной технологии их утилизации // Экология и промышленность России. 2014. № 11. С. 32–35.
4. Лобачев Д.А., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Пичуров С.Н. Использование золотопластового материала и отходов золоторудного месторождения в производстве керамического кирпича // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2016. № 4 (16). С. 31–38.
5. Бальзанников М.И., Галицкова Ю.М., Ахrameeva Н.В., Шломов С.В. Оценка загрязнения территории при производстве строительных блоков из газобетона // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 6. С. 62–66.
6. Вайсман Я.И., Гайдай М.Ф. Разработка технологии консервации террикониов в целях снижения их негативного воздействия на окружающую среду и сохранения ресурсного потенциала // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2016. Т. 15. № 19. С. 175–174.
7. Бальзанников М.И., Галицкова Ю.М., Семенова В.В. Утилизация отходов производства строительных блоков // Экология и промышленность России. 2015. Т. 19. № 11. С. 32–35.
8. Батракова Л.М., Рудакова Л.В., Нурисламова Т.В. Анализ нормативной базы по вопросу санирования промышленных зон (на примере площадки производства смазочных материалов) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2016. № 2 (22). С. 63–78.
9. Boukharov A., Balashov A., Timohin A., Ivanov A., Holin B. Receiving and use of streams of monodisperse ice granules for cleaning and deactivation of surface // Journal of physics: con-

- ference series «International Conference “Problems of Thermal Physics and Power Engineering”, PTPPE 2017». 2017. P. 012131.
10. Litvinova T.E., Sulimova M.A., Cheremisina O.V. The use of a multifunctional sorbent based on ferromanganese nodules for neutralizing wastewater from oil refineries // International Multidisciplinary Scientific Geoconference Surveying Geology and Mining Ecology Management, Sgem 17, Ecology, Economics, Education and Legislation. 2017. P. 1017–1024.
 11. Королев В.А. Теория электроповерхностных явлений в грунтах и их применение. Москва : ООО «Сам полиграфист», 2015. 468 с.
 12. Morozov N.V., Ganiev I.M. Microbiological removal of engine oils from natural water using plant-derived sorbents // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. 2016. V. 7. № 5. P. 1728–1735.
 13. Шабанов Е.А., Простов С.М., Гуцал М.В. Исследование физических свойств грунтов при электроосмотической обработке // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. № 1 (107). С. 3–7.
 14. Простов С.М., Шабанов Е.А. Электрофизический мониторинг процессов электроосмотической очистки грунтов от нефтезагрязнений на лабораторных установках // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. №1 (119). С. 3–14.
 15. Prostov S.M., Shabanov E.A. Electrophysical Monitoring of the Processes of Electroosmotic Treatment of Soil from Oil Pollution on Laboratory Installations // Proceedings of the 8th Russian-Chinese Symposium «Coal in the 21st Century: Mining, Processing, Safety». Advances in Engineering Research. September. 2016. V. 92. P. 175–183.
 16. Prostov S.M., Shabanov E.A. Diagnostics of Oil Pollution Zones by ElectroPhysical Method // The Second International Innovative Mining Symposium – E3S Web of Conferences 21, 02007 (2017) DOI: 10.1051/e3sconf/20172102007

REFERENCES

1. Abdrahimov V.Z., Abdrahimova E.S. Snizhenie ehkologicheskogo ushcherba flore i faune za schet ispol'zovaniya othodov neftedobychi v proizvodstve teploizolyacionnyh materialov [Reducing environmental damage to flora and fauna using waste oil in the production of thermal insulation materials]. *Ekologicheskaya khimiya*. 2018. V. 12. No. 1. Pp. 49–58. (rus)
2. Velichko E.G., Chkhovrebov E.H.S., Mednov A.E. Ocenka ehkologo-ehkonomicheskogo ushcherba, nanosimogo pri provedenii stroitel'no-montazhnyh rabot [Assessment of environmental and economic damage caused during construction and installation works]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2014. No. 8. P. 48. (rus)
3. Pichugin E.A. Sistema upravleniya neftesoderzhashchimi othodami s ispol'zovaniem ehkologicheski bezopasnoj tekhnologii ih utilizacii [Management system of oily waste using environmentally friendly technology for waste disposal]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2014. No. 11. Pp. 32–35. (rus)
4. Lobachev D.A., Abdrahimov V.Z., Abdrahimova E.S., Pichkurov S.N. Ispol'zovanie zoloshlakovogo materiala i othodov zolotorudnogo mestorozhdeniya v proizvodstve keramicheskogo kirpicha [Ash and slag material and waste gold deposits in ceramic brick production]. *Biosfer-naya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii*. 2016. No. 4 (16). Pp. 31–38. (rus)
5. Bal'zannikov M.I., Galickova Yu.M., Ahrameeva N.V., Shlomov S.V. Ocenka zagryazneniya territorii pri proizvodstve stroitel'nyh blokov iz gazobetona [Assessment of territory pollution in aerated concrete production]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2014. No. 6. Pp. 62–66 (rus)
6. Vajsman Ya.I., Gajdaj M.F. Razrabotka tekhnologii konservacii terrikonikov v celyah snizheniya ih negativnogo vozdejstviya na okruzhayushchuyu sredu i sohraneniya resursnogo potentsiala [Waste pile conservation for environmental protection]. *Vestnik Permskogo Nacional'nogo Issledovatel'skogo Politehnicheskogo Universiteta. Geologiya. Neftgazovoe i gornoe Delo*. 2016. V. 15. No. 19. Pp. 175–174. (rus)
7. Bal'zannikov M.I., Galickova Yu.M., Semenova V.V. Utilizaciya othodov proizvodstva stroitel'nyh blokov [Recycling production of building blocks]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2015. V. 19. No. 11. Pp. 32–35. (rus)

8. Batrakova L.M., Rudakova L.V., Nurislamova T.V. Analiz normativnoj bazy po voprosu sanirovaniya promyshlennyh zon (na primere ploshchadki proizvodstva smazochnyh materialov) [Analysis of regulatory framework for rehabilitation of industrial areas (lubricant production site)]. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ehkologiya. Urbanistika*. 2016. No. 2 (22). Pp. 63–78. (rus)
9. Boukharov A., Balashov A., Timohin A., Ivanov A., Holin B. Receiving and use of streams of monodisperse ice granules for cleaning and deactivation of surface. *Journal of Physics: Conference Series*. 2017. Pp. 012131.
10. Litvinova T.E., Sulimova M.A., Cheremisina O.V. The usage of a multifunctional sorbent based on ferromanganese nodules for neutralizing wastewater from oil refineries. *International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM*. 2017. Pp. 1017–1024.
11. Korolev V.A. Teoriya ehlektropoverhnostnyh yavlenij v gruntah i ih primeneniye [Theory of electro-surface phenomena in soils and their application]. Moscow: Sam poligrafist, 2015. 468 p. (rus)
12. Morozov N.V., Ganiev I.M. Microbiological removal of engine oils from natural water using plant-derived sorbents. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. V. 7. No. 5. Pp. 1728–1735.
13. Shabanov E.A., Prostov S.M., Gucal M.V. Issledovanie fizicheskikh svoystv gruntov pri ehlektroosmoticheskoy obrabotke [Investigation of physical properties of soils during electroosmotic treatment]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2015. No. 1 (107). Pp. 3–7. (rus)
14. Prostov S.M., Shabanov E.A. Elektrofizicheskij monitoring processov ehlektroosmoticheskoy ochistki gruntov ot neftezagryaznenij na laboratornyh [Electrophysical monitoring of electroosmotic soil cleaning from oil products]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2017. No. 1 (119). Pp. 3–14. (rus)
15. Prostov S.M., Shabanov E.A. Electrophysical Monitoring of the processes of electroosmotic treatment of soil from oil pollution on laboratory installations. *Proc. 8th Russ.-Chinese Symp. "Coal in the 21st Century: Mining, Processing, Safety". Ser. Advances in Engineering Research*. 2016. V. 92. Pp. 175–183.
16. Prostov S.M., Shabanov E.A. Diagnostics of oil pollution zones by electro-physical method. *E3S Web of Conferences 21. Proc. 2nd Sci. Conf. 'International Innovative Mining Symposium'*. 2017. P. 02007. DOI: 10.1051/e3sconf/20172102007.

Сведения об авторах

Шабанов Евгений Анатольевич, канд. техн. наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, evgenshab@mail.ru

Простов Сергей Михайлович, докт. техн. наук, профессор, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, psm.kem@mail.ru

Герасимов Олег Васильевич, канд. техн. наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, gerasimov@noocentr.com

Authors Details

Evgenii A. Shabanov, PhD, A/Professor, Kuzbass State Technical University, 28, Vesennaya Str., 650000, Kemerovo, Russia, evgenshab@mail.ru

Sergei M. Prostov, DSc, Professor, Kuzbass State Technical University, 28, Vesennaya Str., 650000, Kemerovo, Russia, psm.kem@mail.ru

Oleg V. Gerasimov, PhD, A/Professor, Kuzbass State Technical University, 28, Vesennaya Str., 650000, Kemerovo, Russia, gerasimov@noocentr.com

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

УДК 061.75

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-181-193

*С.А. БОКАРЕВ, А.М. УСОЛЬЦЕВ, А.И. СЛУЖАЕВ,
Сибирский государственный университет путей сообщения*

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПОЯВЛЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН В СВАРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЯХ

В настоящее время на сети железных дорог России эксплуатируют более четырех тысяч сварных пролетных строений. В процессе их эксплуатации было выявлено почти три десятка типов усталостных трещин, динамика появления трещин типа Т-9 и Т-10 существенно увеличилась в последние годы. На появление и скорость развития усталостных трещин влияют: остаточные сварочные напряжения, напряженно-деформированное состояние конструкции в процессе эксплуатации, дефекты, повреждения и отступления от норм эксплуатации, район расположения моста и конструктивные особенности пролетных строений. Сейчас при эксплуатации сварных пролетных строений не применяют мероприятий, предупреждающих появление усталостных трещин в сварных пролетных строениях, и не выполняют ремонтных работ для трещин, длина которых меньше 20 мм. И только при достижении трещиной значительного размера нормативные документы предлагают засверливать стенку в устье трещины, чтобы остановить её развитие. Диаметр отверстия принимают равным примерно двойной толщине стенки. Для создания объемного напряженного состояния, препятствующего дальнейшему росту трещины, а также для закрытия отверстия в стенке в него устанавливают высокопрочный болт. Как правило, выполняемого ремонта оказывается недостаточно, чтобы остановить процесс трещинообразования. В статье предложен целый набор мероприятий, основанный на индукционном нагреве металла для предупреждения образования трещин (проковка, устранение зазора между «сухариками» и горизонтальными листами поясов балок), ремонте (пайка устья трещин) и усилении (постановка накладок на стенку с отверстием).

Ключевые слова: сварные металлические пролётные строения; усталостные трещины; усиление; ремонт; предупреждение появления трещин; индукционная пайка.

Для цитирования: Бокарев С.А., Усольцев А.М., Служаев А.И. Предупреждение появления усталостных трещин в сварных металлических пролётных строениях // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 181–193.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-181-193

S.A. BOKAREV, A.M. USOLTSEV, A.I. SLUZHAEV,
Siberian Transport University

PREVENTION OF METAL BRIDGE SPANS FROM FATIGUE CRACKING

At present, more than four thousand metal bridge spans are in operation all over the Russian railway network. Through the years of operation, about thirty types of fatigue cracking were identified. The dynamics of the types T-9 and T-10 cracks formation has increased significantly in recent years. The formation and growth of fatigue cracking is influenced by such factors as residual welding stress, stress-strain state of the bridge structure, defects, damages, and non-observing the operation and maintenance standards, bridge location and bridge span structure. At present, neither measures nor repair are performed to prevent fatigue cracking not exceeding 20 mm in length. Only when a crack reaches a certain length, the regulatory documents require to drill a hole at a crack mouth in order to prevent its further development. The hole diameter should be equal approximately to the doubled wall thickness. In order to prevent further crack growth and cover the hole, a high-tensile bearing type bolt is fixed into it, creating a volume stress. As a rule, such a repair is not enough to stop the cracking process. The article suggests a number of measures based on induction heating that allows to prevent cracking (including forging reducing gaps between connecting plates and horizontal sheets in a truss), to carry out repair (crack mouth soldering) and reinforcement (fixing metal plates onto a wall with a hole).

Keywords: bridge span; fatigue cracking; reinforcement; repair; prevention; induction brazing.

For citation: Bokarev S.A., Usoltsev A.M., Sluzhaev A.I. Preduprezhdenie poyavleniya ustalostnykh treshchin v svarnykh metallicheskiykh proletnykh stroeni-yakh [Prevention of metal bridge spans from fatigue cracking]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 4. Pp. 181–193.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-4-181-193

Сварные пролетные строения на сегодняшний день – это основной вид металлических пролетных строений железнодорожных мостов. Разработано более 10 типовых проектов этих конструкций. По индивидуальным проектам построены десятки железнодорожных мостов. Наибольшее распространение на сети железных дорог России получили следующие пролетные строения: балочные сплошностенчатые с ездой поверху по ТП инв. № 821 (более 1600 шт.); со сквозными главными фермами с ездой понизу по ТП инв. № 690 (около 700 шт.); сталежелезобетонные по ТП инв. № 739 (более 690 шт.). Фрагмент главной балки сварного пролётного строения ТП инв. № 821 показан на рис. 1.

Основным недостатком сварных пролетных строений, как и прочих сварных конструкций [1, 2], стало массовое образование усталостных трещин. Обследования сварных пролетных строений, проведённые в конце прошлого века, выявили характерные усталостные трещины, приведённые в Указаниях по осмотру и усилению эксплуатируемых сварных пролетных строений, МПС, 1990 г.

Динамика изменения количества усталостных трещин в последние годы показывает их существенное увеличение. На рис. 2 приведён график изменения количества трещин в сварных пролетных строениях Западно-Сибирской железной дороги. Самыми распространёнными трещинами в сварных пролет-

ных строениях оказались трещины типа Т-9 и Т-10 (рис. 1 и 2). При развитии этих трещин снижается не только долговечность, но и несущая способность пролётного строения [3].

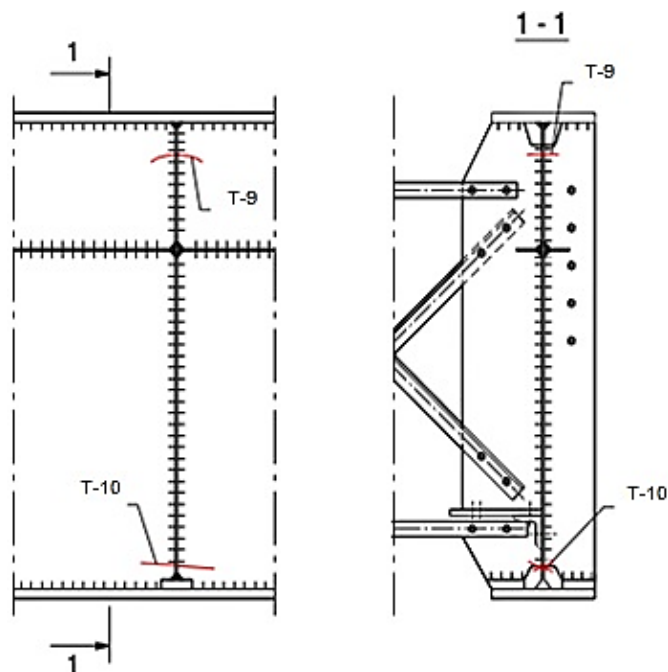


Рис. 1. Фрагмент главной балки с трещинами типа Т-9 и Т-10

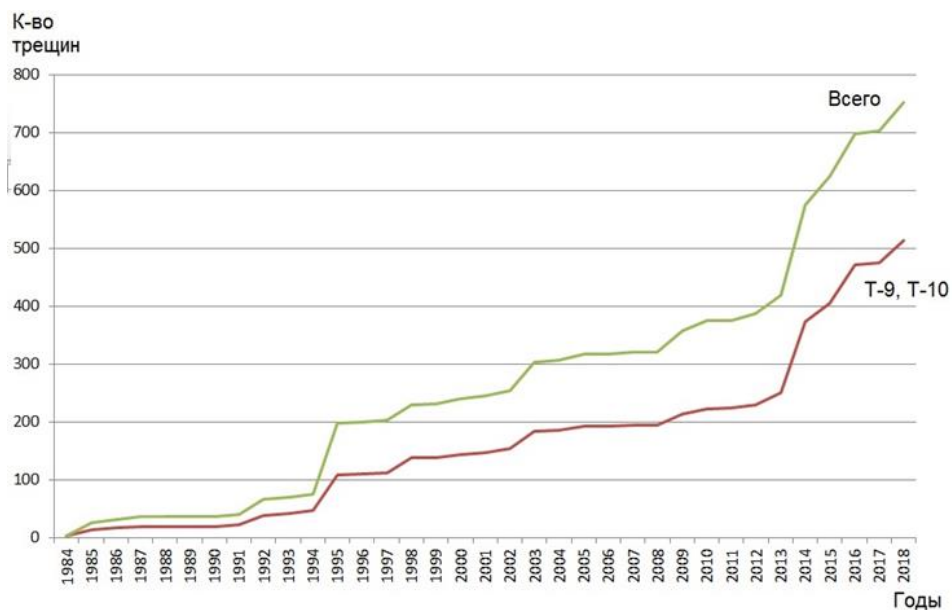


Рис. 2. Количество обнаруженных усталостных трещин в сварных пролетных строениях по годам

Анализ результатов исследований, выполненных сотрудниками Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС), Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Института электросварки им. Патона, Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ) [4], и базы данных АСУ ИССО [5] показали, что образование усталостных трещин в металлических сварных пролетных строениях зависит от целого ряда факторов:

- дефекты сварки (подрезы, наплывы, шлаковые включения и другие концентраторы напряжений) и остаточные сварочные напряжения, которые могут достигать величин, близких или даже превышающих предел выносливости стали, и появление которых связано с нарушениями технологии сварки;

- зазоры между «сухариками» ребер жёсткости и поясами балок, приводящие к S-образному изгибу стенки балки, расположенной между ребром жёсткости и полкой горизонтального листа;

- изгибные деформации стенки балки по длине выреза ребра жесткости из-за внецентренной передачи нагрузки от мостового полотна на верхний пояс балки;

- суровость климатических условий эксплуатации (экстремально низкие отрицательные температуры зимой и положительные – летом).

Совместное неблагоприятное воздействие этих факторов значительно увеличивает действующие напряжения в стенке балки по сравнению с проектными и приводит к существенному снижению усталостной долговечности сварного узла. «Указания» предлагают различные способы ремонта и усиления сварных пролётных строений. Подрезы и наплывы сварки стыков на глубину до 2 мм рекомендовано устранять плавной зачисткой металла с помощью шлифовальной машинки. А при вводе в обращение более тяжелых поездных нагрузок ($T_{пр}$) стыки необходимо усилить постановкой накладок на высокопрочных болтах. Концы усталостных трещин в основном металле длиной более 20 мм засверливают сверлом диаметром 18–20 мм, располагая центр отверстия на половине диаметра сверла за концом трещины. Для уменьшения концентрации напряжений выполняют зенковку металла по периметру отверстия на глубину 2–3 мм с обеих сторон металлического листа. В соответствии с распоряжением № 1783р «Об усилении надзора и повышении качества содержания сварных пролетных строений железнодорожных мостов», утвержденным вице-президентом ОАО «РЖД» В.Б. Воробьевым 28 августа 2009 г., в отверстия нужно вставлять высокопрочные болты для создания объемного напряжённого состояния, препятствующего дальнейшему развитию трещины, и закрытия отверстия в стенке. На относительно непродолжительное время трещину удаётся локализовать, но, как правило, указанного усиления оказывается недостаточно, чтобы остановить процесс трещинообразования полностью и обеспечить восстановление потребительских свойств конструкции на весь нормативный срок эксплуатации (70 лет).

Для обеспечения плотного примыкания ребер жёсткости к поясам рекомендовано выполнять усиление с использованием клиновидных «сухариков» или центрирующих планок. Конструкция указанного вида ремонтных работ приведена на рис. 3.

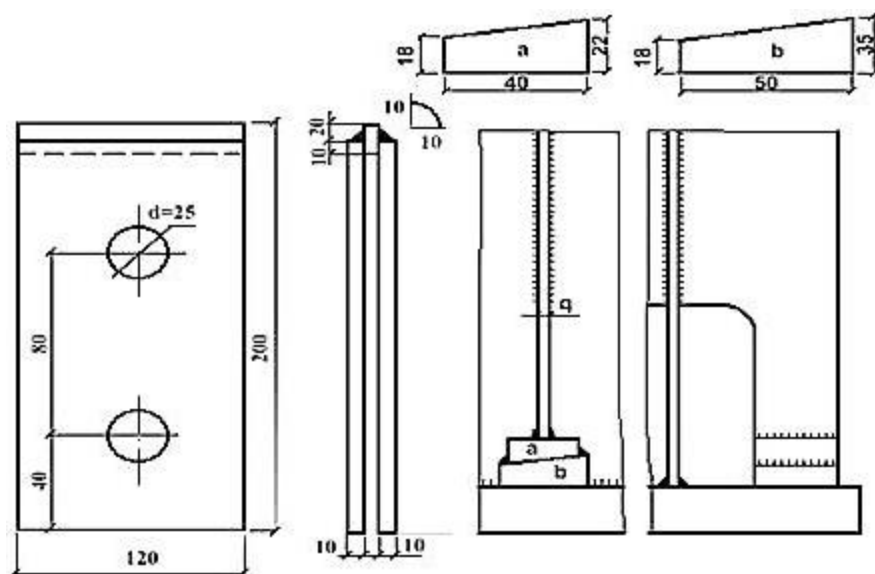


Рис. 3. Конструкция составных клиновидных «сухариков» и двухсторонних накладок

Недостатком данной конструкции является то, что при сварке двух частей клиновидных «сухариков» между собой вследствие нагрева происходит упирание «сухариков» в пояс балки и деформация ребра жёсткости на участке выкружки. В процессе остывания клиновидных «сухариков» металл сжимается, и между «сухариком» и поясом образуется зазор. Величины зазора в 0,2 мм достаточно, чтобы под нагрузкой в стенке балки происходил S-образный изгиб и образовывались усталостные трещины.

Анализ данных по трещинообразованию показывает низкую эффективность применяемых ОАО «РЖД» методов. Остановить рост усталостных трещин в сварных пролетных строениях железнодорожных мостов можно, только применяя комплекс мероприятий от профилактики образования трещин в эксплуатируемых конструкциях до их усиления.

Усталостные трещины проходят несколько стадий развития [6]: накопления усталостных повреждений; припорогового роста с длиной трещины до 4 мм; стабильного развития – от 4 до 20 мм и ускоренного, нестабильного – более 20 мм длиной. До появления трещины целесообразно выполнить профилактические мероприятия, которые могут предупредить её образование иногда вплоть до окончания эксплуатации пролётного строения. При обнаружении трещины длиной до 20 мм необходимо своевременно выполнить ремонт конструкции, локализовав трещину на ранней стадии развития и уменьшив скорость её роста. При достижении длины трещины 20 мм и более выполняют усиление конструкции.

Профилактические мероприятия

Местный нагрев (отпуск металла). Местный нагрев (отпуск металла) околошовной зоны конструкции осуществляется индукционным методом

до 600 °С с целью снятия остаточных напряжений. Индукционный нагрев – это метод нагрева электропроводящих материалов токами высокой частоты. На основе такого нагрева осуществляют и индукционную пайку стали с использованием соответствующего припоя.

Снятие остаточных напряжений низкочастотной виброобработкой конструкции. Приведенный в работе [7] метод был модернизирован для сварных пролётных строений с местными концентраторами напряжений в районе сварных швов. Сначала определяют с использованием модели МКЭ величины пиковых резонансных значений частот собственных колебаний конструкции в локальной области около сварного шва. Затем возбуждают колебания методом малых воздействий в диапазоне $\pm 20\%$ от этой частоты и осуществляют запись виброграмм, по характеру возрастания амплитуд колебаний фиксируют 1-ю резонансную частоту на виброграмме, на которой и производят виброобработку в течение 10–20 мин. В результате такого воздействия остаточные напряжения суммируются с вибрационными, вследствие чего напряжения в металле достигают предела текучести, происходят пластические деформации материала и перераспределение напряжений в конструкции. Для виброобработки конструкции может применяться комплекс ВТУ-01МП.2. Запись и обработка виброграмм колебаний конструкций осуществляли при помощи измерительного диагностического комплекса «Тензор МС». Установка прибора для снятия остаточных напряжений в стенке балки сварного пролётного строения (инв. № 821) показана на рис. 4. Примеры виброустановок приведены на рис. 5.

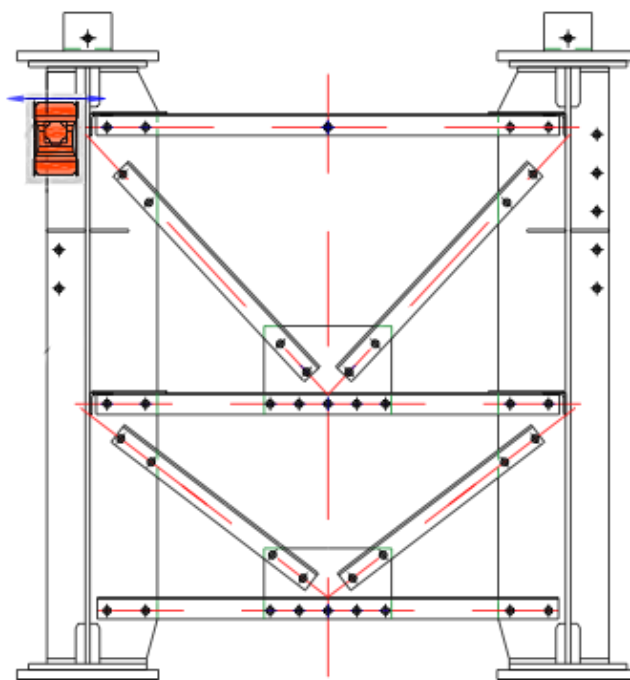


Рис. 4. Установка прибора для снятия остаточных напряжений в пролётных строениях вибрацией

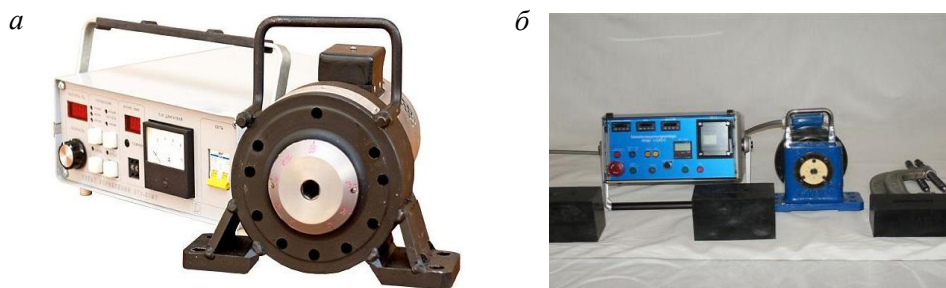


Рис. 5. Внешний вид комплексов для виброобработки:

а – установка ВТУ-01МП.2 производства ООО «Магнит плюс»; *б* – установка производства WIAP AG Ltd SA (WIAP® LC 20, с интегрированным PLC)

Высокочастотная механическая проковка (ВМП). Высокочастотная механическая проковка сварного шва и околошовной зоны способствует значительному снижению остаточных напряжений и увеличению усталостной долговечности конструкции.

В Институте электросварки им. Е.О. Патона (НАН Украины) и Институте проблем прочности им. Г.С. Писаренко (НАН Украины) выполнены исследования, доказывающие эффективность этого метода для повышения усталостной долговечности сварных конструкций [8].

Механическая проковка создает в местах обработки напряжения сжатия, уменьшающие остаточные напряжения и препятствующие образованию усталостных трещин. Также при ВМП происходит увеличение ударной вязкости металла (на 20–30 %), что улучшает работу конструкции при экстремально низких отрицательных температурах Сибири.

В настоящее время существует несколько приборов для выполнения этого процесса. На рис. 6 приведены примеры этих приборов.



Рис. 6. Приборы для выполнения высокочастотной механической проковки:

а – прибор USP-300, Украина, США; *б* – прибор Шмель, Россия; *в* – прибор Карл, Китай

Исследования, выполненные S.H. Han and J.W. Han [9] и в СГУПС [10], показали, что хорошего результата можно добиться обработкой зоны вокруг сварного шва при помощи пневмомолотка с энергией удара 4 Дж (рис. 7). Использование пневмоинструмента несколько снижает производительность труда

при выполнении работ, но при этом стоимость инструментов значительно ниже, что делает данный вид работ доступным даже при выполнении профилактических работ в рамках текущего содержания искусственного сооружения.



Рис. 7. Молоток пневматический для механической проковки

Обеспечение плотного примыкания рёбер жёсткости к поясам балок.

Это ещё одна из мер по профилактике усталостных трещин типа Т-9 и Т-10. Для этого уголкового коротыши прикрепляют к ребрам жесткости с помощью индукционной пайки и устраняют зазоры затяжкой болтов, проходящих через гайку, приваренную к верхней горизонтальной полке уголкового коротыша [11].

Существующие «сухарики» можно не демонтировать. Конструкция фиксации ребер жесткости приведена на рис. 8.

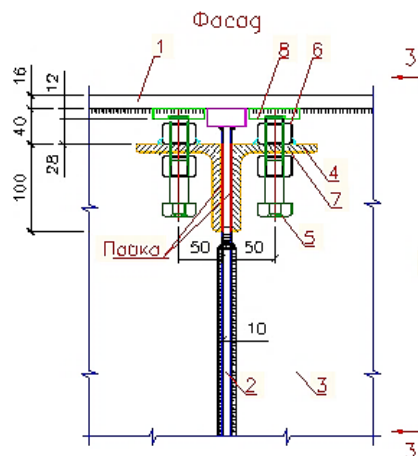


Рис. 8. Конструктивное решение по профилактике S-образного изгиба стенки главной балки

Ремонт конструкции с усталостной трещиной. В СибНИИ мостов СГУПС разработан метод локализации усталостной трещины индукционным прогревом устья трещины (до температуры 850–900 °С) с последующей про-

ковкой по мере остывания конструкции до температуры 400–450 °С [10]. Пример локализации индукционным прогревом устья трещины с проковкой приведен на рис. 9. Даже при интенсивной эксплуатации сооружения этот способ ремонта позволяет остановить дальнейшее развитие трещины на период до 10 лет.



Рис. 9. Торможение роста усталостной трещины в экспериментальном образце индукционной пайкой с прогревом и проковкой

Способом, позволяющим надежно локализовать трещину на ранней стадии развития, не причиняя вреда конструкции, является постановка плоских накладок в устье трещины методом индукционной пайки [12].

При этом локальный индукционный нагрев устья трещины создает поле сжимающих напряжений, препятствующих росту трещины, а плоские накладки усиливают стенку балки и снижают уровень напряжений от временной нагрузки, что также положительно влияет на долговечность конструкции. Постановка плоской накладки для локализации трещины типа Т-18 в домкратной балке пролетного строения показана на рис. 10.

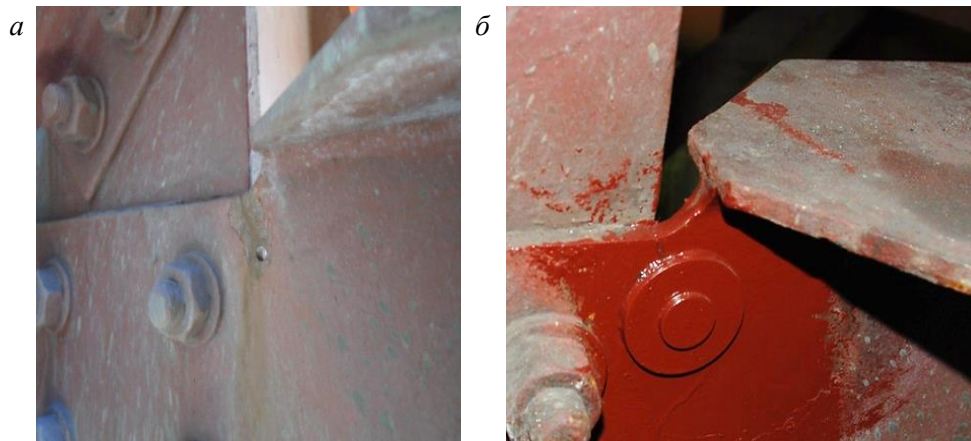


Рис. 10. Локализация трещины путем постановки плоских накладок, перекрывающих устье трещины:
а – трещина типа Т-18 в домкратной балке; б – усиление постановкой накладок

Усиление стенки главной балки постановкой накладок на индукционной пайке. Усиление конструкции с трещинами путем сверления отверстия в устье трещины и установки двухсторонних накладок методом индукционной пайки является надежным способом восстановления потребительских свойств конструкции [11].

Пример постановки накладок показан на рис. 11. Постановка накладок позволяет полностью восстановить несущую способность конструкции. Данную технологию применяют для локализации средних (от 21 до 50 мм) и длинных (> 51 мм) усталостных трещин. Отверстие в устье трещины ($\varnothing 23$ мм, рис. 11, а) снижает концентрацию напряжений, индукционный нагрев зоны пайки с центром в месте отверстия создает зону сжимающих напряжений внутрь отверстия, препятствующих дальнейшему развитию трещины. Накладки усиления снижают уровень напряжений в элементе и создают конструктивный барьер, препятствующий дальнейшему распространению трещины (рис. 11, б).

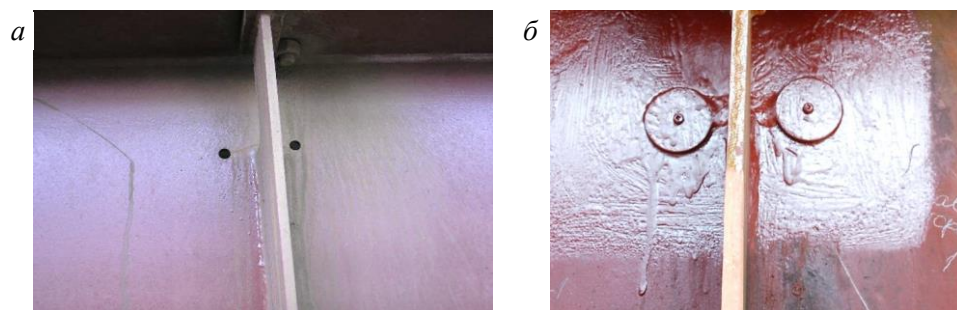


Рис. 11. Усиление конструкции постановкой двухсторонних накладок:
а – засверливание устья трещины отверстием; б – постановка круглых грибовидных накладок

В последние годы в массовом порядке стали фиксировать трещины по сварным швам прикрепления ребер жесткости. Вид конструкции с трещиной приведен на рис. 12, а.

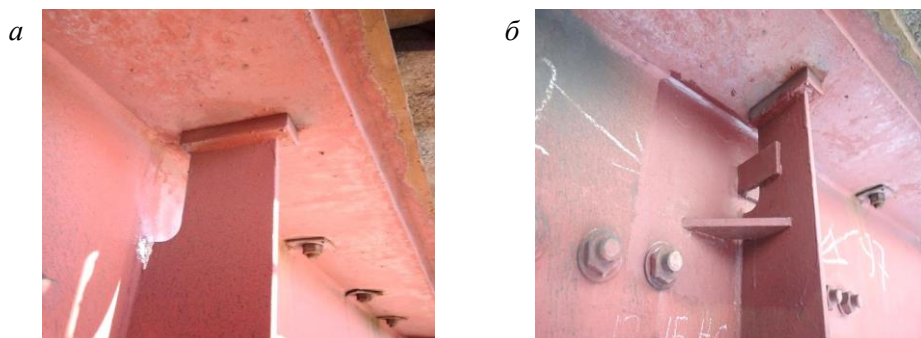


Рис. 12. Трещина в сварном шве прикрепления ребра жесткости и ее локализация методом индукционной пайки:
а – трещина в сварном шве прикрепления ребра жесткости; б – ремонт трещины с применением индукционной пайки

Несвоевременный ремонт элемента с трещиной ведет к снижению местной устойчивости стенки балки и, как следствие, к снижению несущей способности пролетного строения. В СибНИИ мостов СГУПС разработан [11] способ *ремонта сварного шва постановкой конструктивных элементов с помощью индукционной пайки*.

На рис. 12, б показан пример ремонта сварного шва в месте прикрепления ребра жесткости к стенке балки постановкой трапециевидной косынки и уголкового коротыша, прикрепляемых к стенке балки.

Оказалось, что усиление и ремонт конструкций с усталостными трещинами имеют целый ряд особенностей, связанных с температурными разнонаправленными деформациями основной конструкции и накладок, что потребовало отладки технологии пайки и применения специализированных индивидуально изготовленных индукторов. Таким образом, удалось создать аппаратуру для индукционной пайки, технологическую цепочку способов, направленных на предотвращение появления трещин, ремонт и усиление пролётных строений с усталостными трещинами. Представленный комплекс мероприятий позволяет обеспечить усталостную долговечность и прочность сварных пролётных строений, запроектированных под нагрузку С14, регламентированную действующими нормативными документами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Len Reid*. Arresting Cracks in Steel Bridges // Western Bridge Preservation Partnership. San Diego CA. 2013. 12 May.
2. *Repairing and Preserving Bridge and Steel Structure Using an Innovative Crack Arrest Repair System* // VP Technology. 11th International Fatigue Congress, Melbourne, Australia, March 2–7, 2014.
3. *Бокарев С.А., Мурованный Ю.Н., Прибытков С.С., Усольцев А.М.* Условия обеспечения движения тяжеловесных поездов по искусственным сооружениям // Железнодорожный транспорт. 2017. № 7. С. 15–20.
4. *Жунев К.О.* Статистический анализ факторов трещинообразования в сварных пролетных строениях // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : сб. материалов VIII Международной научно-технической конференции. Т. 1. 2017. С. 455–460.
5. *Бокарев С.А.* Информационное обеспечение организаций, занятых проектированием, строительством или эксплуатацией мостов // Вестник СГУПС. Вып. 13. Новосибирск, 2006. С. 4–10.
6. *Картопольцев В.М., Боровиков А.Г., Картопольцев А.В.* Оценка остаточного ресурса конструкций металлических мостов по критерию трещинообразования // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 2. С. 176–183.
7. *Летуновский А.П., Новиков Г.В.* Снятие остаточных сварочных напряжений // Сфера Нефтегаз. 2010. № 1.
8. *Кныш В.В., Кузьменко А.З., Войтенко О.В.* Повышение сопротивления усталости сварных соединений высокочастотной механической проковкой // Автомат. Сварка. 2006. № 1. С. 43–47.
9. *Han S.H., Han J.W.* Fatigue Life Estimation of Fillet Welded Joints Considering Statistical Characteristics of Weld Toe's Shape and Multiple Collinear Surface Cracks // Journal of KWS. 2005. V. 23. № 3. P. 158–167.
10. *Пат. № 2562622*. Российская Федерация, МПК E01D 22/00 (2006.01). Способ усиления имеющего трещину металлического элемента пролетных строений мостов / С.А. Бокарев, А.М. Усольцев, Ю.Н. Мурованный ; ФГБОУ ВПО СГУПС ; опубл. 13.08.2015.

11. Пат. № 2675120. Российская Федерация, МПК E01D 22/00 (2006.01). Способ усиления балки пролетного строения моста / С.А. Бокарев, А.М. Усольцев ; ФГБОУ ВО СГУПС ; опубл. 17.12.2018.
12. Пат. № 2642758. Российская Федерация, МПК E01D 22/00 (2006.01). Способ усиления имеющего трещину металлического тонкостенного элемента пролетных строений мостов / С.А. Бокарев, А.М. Усольцев, А.И. Служаев ; ОАО «РЖД», ЦУИС ; опубл. 25.01.2018.
13. Пат. № 2656645. Российская Федерация, МПК E01D 22/00 (2006.01). Способ торможения и предотвращения образования усталостных трещин / С.А. Бокарев, А.М. Усольцев, Е.Г. Попова ; ОАО «РЖД», ЦУИС ; опубл. 06.06.2018.

REFERENCES

1. *Len Reid*. Arresting cracks in steel bridges. San Diego CA: Western Bridge Preservation Partnership, 2013.
2. *Repairing and preserving bridge and steel structure using an innovative crack arrest repair system*. Le Len Reid, VP Technology. *Proc. 11th Int. Fatigue Congress*, Melbourne, Australia, March 2–7, 2014.
3. *Bokarev S.A., Murovannyi Yu.N., Pribytkhov S.S., Usoltsev A.M.* Usloviya obespecheniya dvizheniya tiazhelovesnykh poyezdov po iskusstvenn ym sooruzheniyam [Conditions for heavy trains movement along artificial structures]. *Zheleznodorozhnyi transport*. 2017. No. 7. Pp. 15–20. (rus)
4. *Zhunev K.O.* Statisticheskii analiz faktorov treshchinoobrazovaniya v svarnykh prolyotnykh stroeniyah [Statistical analysis of crack growth factors in welded bridge spans]. *Sbornik materialov VIII Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona" (Proc. 8th Int. Sci. Conf. "Transport Infrastructure in Siberian Region")*. 2017. V. 1. Pp. 455–460. (rus)
5. *Bokarev S.A.* Informatsionnoye obespechenie organizatsyi zaniatykh projektirovaniyem, stroitelstvom ili ekspluatatsyiei mostov [Application of information technologies by companies involved in bridge design, building and maintenance]. *Vestnik SGUPS*. V. 13. 2006. Pp. 4–10. (rus)
6. *Kartopoltsev V.M., Borovikov A.G., Kartopoltsev A.V.* Otsenka ostatochnogo resursa konstruksii metallicheskih mostov po kriteriyu treshchinoobrazovaniya [Residual life of metal bridge structures estimated by crack formation]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2015. No. 2. Pp. 176–183. (rus)
7. *Letunovskii A.P., Novikov G.V.* Snyatiye ostatochnykh svarochnykh napriazhenii [Reduction of residual welding stress]. *Sfera Neftegaz*. 2010. No. 1. (rus)
8. *Knysh V.V., Kuzmenko A.Z., Voitenko O.V.* Povysheniye soprotivleniya ustalosti svarnykh sojedenenii vysokochastotnoi mekhanicheskoi prokovkoi [Increasing fatigue resistance of welded joints with high frequency mechanical forging]. *Avtomaticheskaya svarka*. 2006. No. 1. Pp. 43–47. (rus)
9. *Han S.H., Han J.W.* Fatigue life estimation of fillet welded joints considering statistical characteristics of weld toe's shape and multiple collinear surface cracks. *Journal of KWS*. 2005. V. 23. No. 3. Pp. 158–167.
10. *Bokarev S.A., Usoltsev A.M., Murovannyi Yu.N.* Sposob usileniya imeyushchego treshchinu metallichesкого элемента пролетных строений мостов [Method of reinforcement of a metal bridge span component with a crack]. Patent Russ. Fed. N 2562622. (rus)
11. *Bokarev S.A., Usoltsev A.M.* Russia Federation, Sposob usileniya balki proletnogo stroeniya mosta [Method of reinforcement of a bridge span girder]. Patent Russ. Fed. N 2675120. (rus)
12. *Bokarev S.A., Usoltsev A.M., Sluzhaev A.I.* Sposob usileniya imeyushchego treshchinu metallichesкого тонкостенного элемента пролетных строений мостов [Method of reinforcement of metal thin-wall bridge span component having a crack]. Patent Russ. Fed. N 2642758. (rus)
13. *Bokarev S.A., Usoltsev A.M., Popova E.G.* Sposob tormozheniya i predotvrashcheniya obrazovaniya ustalostnykh treshchin [Method of arresting and preventing fatigue cracks]. Patent Russ. Fed. N 2656645. (rus)

Сведения об авторах

Бокарев Сергей Александрович, докт. техн. наук, профессор, Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, BokarevSA@stu.ru

Усольцев Андрей Михайлович, старший научный сотрудник, Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, uam@stu.ru

Служаев Александр Иванович, главный инженер НИДЦ, Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191.

Authors Details

Sergei A. Bokarev, DSc, Professor, Siberian Transport University, 191, D. Kovalchuk Str., 630049, Novosibirsk, Russia, BokarevSA@stu.ru

Andrei M. Usoltsev, Senior Researcher, Siberian Transport University, 191, D. Kovalchuk Str., 630049, Novosibirsk, Russia, uam@stu.ru

Alexander I. Sluzhaev, Leading Engineer of Road R&D Center, Siberian Transport University, 191, D. Kovalchuk str., 630049, Novosibirsk, Russia.