

Приволжский научный журнал

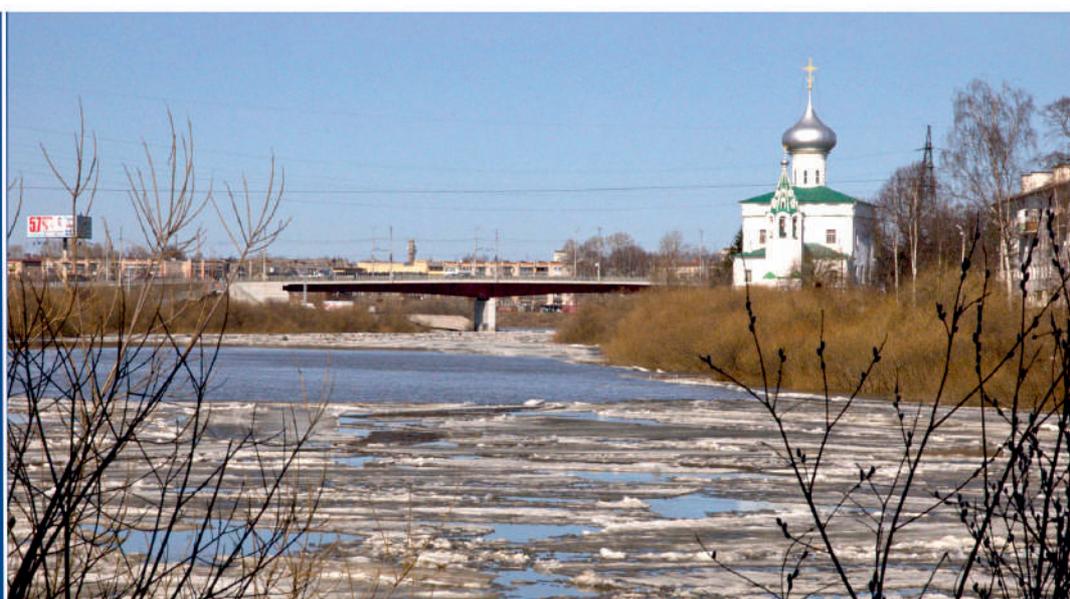
ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

1/2023

1

2023



ISSN 1995-2511



ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Периодическое научное издание

№ 1

Март 2023

Нижний Новгород

ББК 95; я5

П 75

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 1 (65)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2023. 251 с., 34 л. цв. вклеек.

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77 – 47479 от 25.11.2011 г. Территория распространения – Российская Федерация, зарубежные страны. Языки – русский, английский.

Статьи рецензируются. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

«Приволжский научный журнал» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по группе научных специальностей 2.1 – «Строительство и архитектура».

Главный редактор д-р техн. наук, проф. С. В. СОБОЛЬ
Заместитель главного редактора д-р техн. наук, проф. Д. В. МОНИЧ
Ответственный секретарь канд. техн. наук, доц. П. А. ХАЗОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

акад. РААСН, д-р арх., проф. Е. А. АХМЕДОВА; чл.-корр. РААСН, проф. В. Н. БОБЫЛЕВ; д-р техн. наук, проф. М. В. БОДРОВ; д-р техн. наук, проф. А. М. БРАГОВ; д-р техн. наук, проф. А. Л. ВАСИЛЬЕВ; д-р техн. наук, доц. А. Н. ГАЙДО; д-р биол. наук, проф. Д. Б. ГЕЛАШВИЛИ; акад. РААСН, д-р арх., проф. А. Л. ГЕЛЬФОНД; д-р наук, проф. Р. ГРЭФЕ; засл. деят. науки РФ, чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. Л. Н. ГУБАНОВ; д-р техн. наук, проф. А. И. ЕРЕМКИН; д-р физ.-мат. наук, проф. В. И. ЕРОФЕЕВ; акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Т. ЕРОФЕЕВ; д-р наук, проф. М. ИВЕТИЧ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. Н. И. КАРПЕНКО; д-р физ.-мат. наук, проф. М. М. КОГАН; д-р техн. наук, проф. Д. В. КОЗЛОВ; д-р техн. наук, доц. Е. В. КОНОПАЦКИЙ; чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Н. КУПРИЯНОВ; д-р техн. наук, доц. В. В. МОЛОДИН; д-р техн. наук, доц. З. Р. МУХАМЕТЗЯНОВ; д-р наук, проф. Ф. НЕСТМАНН; д-р техн. наук, канд. экон. наук, доц. Л. А. ОПАРИНА; д-р техн. наук, доц. Е. В. ПОЗНЯК; д-р техн. наук, проф. Е. В. ПОПОВ; д-р техн. наук, проф. С. И. РОТКОВ; д-р техн. наук, проф. С. В. СТЕПАНОВ; засл. деят. науки РФ, д-р физ.-мат. наук, проф. Р. Г. СТРОНГИН; д-р физ.-мат. наук, проф. А. Н. СУПРУН; д-р техн. наук, проф. В. П. СУЧКОВ; чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. Ю. А. ТАБУНЧИКОВ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. И. ТЕЛИЧЕНКО; д-р техн. наук, проф. А. В. ТОЛОК; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. И. ТРАВУШ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. С. В. ФЕДОСОВ; д-р техн. наук, проф. М. Н. ЧЕКАРДОВСКИЙ; д-р физ.-мат. наук, проф. Е. В. ЧУПРУНОВ; д-р техн. наук, проф. А. И. ШЕИН; засл. деят. науки РФ, д-р хим. наук, проф. В. А. ЯБЛОКОВ

Редактор М. А. Косса, компьютерная верстка И. К. Красавина,
переводчик Л. Ю. Воронцов, работа со списками литературы Л. Б. Вержиковская

Подписано в печать 31.03.2023 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 22,6 + вкл. 3,0. Тираж 600 экз. Заказ № 11/23

Адрес издателя и редакции: Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

Тел./факс: (831) 433-04-36 (редакция), (831) 430-19-46 (отв. секретарь);

эл. почта: pnj-sec@mail.ru (отв. секретарь), red@nngasu.ru (редакция),

интернет-сайт: www.pnj.nngasu.ru; pnj.nngasu.ru

Подписной индекс «Урал-Пресс»: 80382. Цена свободная.

Отпечатано в типографии ИП Кузнецов Н. В.

Адрес: Россия, 603057, г. Нижний Новгород, ул. Шорина, д. 13/13, п. 1

ISSN 1995-2511

© ННГАСУ, 2023

ISSN 1995-2511



THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL

Scientific periodical

№ 1

March 2023

Nizhny Novgorod

Founder & Publisher: The Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU). Registered by the Federal service for supervision of communications, information technology, and mass media. Registration certificate ПИ № ФС77 – 47479 dt. 25.11.2011. Circulation – the Russian Federation, foreign countries. Languages – Russian, English.

This is a peer viewed publication. Copying is not allowed without prior permission of the editors, references to the journal during citing are obligatory.

The Privolzhsky Scientific Journal is included into the list of leading peer viewed journals and publications where basic scientific results of doctoral and candidate dissertations are to be published of scientific specialties 2.1 – "Construction and architecture".

Editor-in-chief doctor of technical sciences, professor S. V. SOBOL
Deputy chief editor doctor of technical sciences, professor D. V. MONICH
Executive secretary cand. of tech. sciences, associate professor P. A. KHAZOV

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

academician of RAACS, doctor of architecture, professor E. A. AKHMEDOVA; corresponding member of RAACS, professor V. N. BOBYLYOV; doctor of technical sciences, professor M. V. BODROV; doctor of technical sciences, professor A. M. BRAGOV; doctor of technical sciences, professor A. L. VASILIEV; doctor of technical sciences, associated professor A. N. GAIDO; doctor of biological sciences, professor D. B. GELASHVILI; academician of RAACS, doctor of architecture, professor A. L. GELFOND; Ph.D., professor R. GRAEFE; honoured worker of science of RF, corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor L. N. GUBANOV; doctor of technical sciences, professor A. I. EREMKIN; doctor of physical-mathematical sciences, professor V. I. EROFEEV; academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. T. EROFEEV; doctor of science, professor M. IVETICH; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor N. I. KARPENKO; doctor of physical-mathematical sciences, professor M. M. KOGAN; doctor of technical sciences, professor D. V. KOZLOV; doctor of technical sciences, associated professor E. V. KONOPATSKIY; corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. N. KUPRIANOV; doctor of technical sciences, associated professor V. V. MOLODIN; doctor of technical sciences, associated professor Z. R. MUKHAMETZKYANOV; Prof. Dr.-Ing. F. NESTMANN; doctor of technical sciences, candidate of economy sciences, associated professor L. A. OPARINA; doctor of technical sciences, associated professor E. V. POZNYAK; doctor of technical sciences, professor E. V. POPOV; doctor of technical sciences, professor S. I. ROTKOV; doctor of technical sciences, professor S. V. STEPANOV; honoured worker of science of RF, doctor of physical-mathematical sciences, professor R. G. STRONGIN; doctor of physical-mathematical sciences, professor A. N. SUPRUN; doctor of technical sciences, professor V. P. SUCHKOV; corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor Yu. A. TABUNSHCHIKOV; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. I. TELICHENKO; doctor of technical sciences, professor A. V. TOLOK; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. I. TRAVUSH; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor S.V. FEDOSOV; doctor of technical sciences, professor M. N. CHEKARDOVSKY; doctor of physical-mathematical sciences, professor E. V. CHUPRUNOV; doctor of technical sciences, professor A. I. SHEIN; honoured worker of science of RF, doctor of chemical sciences, professor V. A. YABLOKOV

Editor M. A. Kosse, computer makeup I. K. Krasavina,
translator L. Yu. Vorontsov, literature references L. B. Verzhikovskaya

Signed for publishing on 31.03.2023. Format 70×108/16. Offset paper.
Offset printing. Ref. publ. p. 22,6 + illust. 3,0. Copies 600. Order № 11/23

Publisher's address: 65 Iljinskaya St., 603950, Nizhny Novgorod, Russia.
Tel./fax: +7 (831) 433-04-36 (editors), +7 (831) 430-19-46 (executive secretary);
e-mail: pnj-sec@mail.ru (executive secretary), red@nngasu.ru (redaction),
web-site: www.pnj.nngasu.ru; пнж.ннґасу.рф

Subscription index "Ural-Press": 80382. Price is unfixed.

Printed in publishing house of Individual entrepreneur Kuznetsov N. V.
Address: of. 1, 13/13, Shorin st., Nizhny Novgorod, 603057, Russia.



СОДЕРЖАНИЕ

Гельфонд А. Л. О диссертационном совете по архитектурным специальностям при ННГАСУ..... 9

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

- Суханов С. В., Шипунов А. Н., Шкода И. В., Тягунова Л. Ю., Кувалов В. В., Хазов П. А. Инструментальная оценка вибросостояния конструкций общественно-го здания при движении людских потоков в различных режимах..... 15
- Анущенко А. М., Кульцеп А. В., Щукин А. Ю. Инженерный подход к оценке сейсмостойкости систем «каркас – котел» с применением элементов пассивной сейсмозащиты при контрольном землетрясении 21
- Лампси Б. Б., Маркина Ю. Д., Хазов П. А. Влияние высоты подкраново-подстропильной фермы (ППФ) на податливость ездового пояса 28
- Хазов П. А., Чибокова Е. А., Калинина Г. А., Помазов А. П. Экспериментальная оценка нормативных методик расчета устойчивости центрально-сжатых стержней.... 34
- Григорьев Ю. С., Фатеев В. В. Опыт замены свайных фундаментов на фундамент коробчатого типа на искусственном основании в малоэтажном строительстве..... 42
- Григорьев Ю. С., Фатеев В. В. Исследования эффективности работы горизонтально нагруженных свайных фундаментов подпорных сооружений..... 48
- Пронин В. В. К расчету базы центрально сжатых колонн сплошного сечения..... 52
- Кузьмин Д. С., Мониц Д. В., Бобылев В. Н., Гребнев П. А. Звукоизоляция легких перегородок с торкрет-облицовками и акустическим разобшением слоев..... 57
- Мыльников В. В., Кондрашкин О. Б., Гулин И. А. Особенности применения дисперсно-упрочненных композиционных материалов, полученных по технологии внутреннего окисления для строительных конструкций..... 65
- Колотов О. В. Модульные покрытия по типу «Кисловодск»..... 71
- Щеголева А. В., Ибрагимова Ф. Р. Анализ использования BIM-технологий в проектировании современных спортивных комплексов..... 76
- Шилов С. С. Численное моделирование аэродинамики поверхностей двойкой кривизны различных геометрических параметров..... 81

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- Васильев А. Л., Балобанов А. С. Применение активированных углей для удаления антропогенных примесей из поверхностных источников в технологии водоподготовки вод..... 89
- Абрамова А. А., Дягелев М. Ю., Исаков В. Г., Непогодин А. М. Нормативное регулирование и оценка специфических загрязнений в поверхностных и сточных водах в России и за рубежом..... 96

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО, ГИДРАВЛИКА И ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ

- Агеева В. В., Кожанов Д. А., Люкина Е. А., Решетников М. А. Учет русловых процессов при размещении обводненного одиночного карьера..... 104
- Рохмистров И. Н., Костин В. И. Актуализация укрупненных элементных норм продолжительности строительства спиральновитых металлических гофрированных труб (СВМГТ) в современных условиях..... 111



ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Яковлев А. А., Захарчук А. В. Эволюция идеи природного аналога в градостроительных концепциях конца XIX – начала XXI вв.	119
Агеева Е. Ю., Дубов А. Л. Российский опыт реновации исторических водонапорных башен.....	124
Кайдалова Е. В. Архитектурно-ландшафтное решение территории ЭКСПО-2020..	136
Зайцев А. А. Формирование разновидностей контекстуализма как стилистического течения на основе приемов средовой адаптации.....	141
Киреева Т. В. Ревитализация объектов железнодорожной инфраструктуры в линейные и висячие сады и парки. Часть I. Опыт Парижа.....	147
Тарасова. Ю. И. Понятие «инновационная архитектура» через проявление инноваций в ее морфологии.....	154
Норенков С. В., Шилин В. В., Крашенинникова Е. С. Алгоритмы языка графо-информационного моделирования психофизиологии архитектурно-пространственной среды.....	163
Шумилкин А. С. Научно-реставрационные приемы по сохранению церкви Вознесения начала XX в. в городе Минусинске Красноярского края.....	170
Широкова Е. О. Постмодернизм в трудах российских ученых	174
Дуцев М. В. Архитектурная среда Нижнего Новгорода – диалоги с идентичностью: Часть 1. Теоретические аспекты.....	181
Дуцев М. В. Архитектурная среда Нижнего Новгорода – диалоги с идентичностью: Часть 2. Обновленные рекреационные пространства.....	187
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Гельфонд А. Л. «Океанис» как тип многофункционального комплекса	193
Денисенко Е. В., Жандарова А. А. Характеристика формирования бионаправленной архитектуры на основе современного опыта проектирования.....	199
Пирогов Д. А. Опыт традиционной временной архитектуры в работе с объектами быстровозводимой социальной инфраструктуры. Часть 1. Анализ исторического опыта. Основные принципы архитектуры кочевых культур	205
Пирогов Д. А. Опыт традиционной временной архитектуры в работе с объектами быстровозводимой социальной инфраструктуры. Часть 2. Потенциал архитектуры кочевых народов. Адаптация сложившихся приемов и технологий в современном контексте	210
Николаева А. С. Потенциал применения информационного моделирования для проектирования туристско-рекреационных комплексов на Байкале.....	217
Ботина О. А., Родина О. А., Уморина В. М. Архитектурная концепция формирования центрального общественного пространства малого города (на примере г. Ковылкино, республика Мордовия).....	224
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	
Орлова Л. Н. Экранирующая способность зданий.....	231
Орлова Л. Н. Свет и тени на территории застройки.....	238
ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ	
Юбилей академика С. В. Федосова.....	242
Новые издания.....	244
Перечень требований и условий, предоставляемых для публикации в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал».....	245
НА ОБЛОЖКЕ: Мост в честь 800-летия Вологды через р. Вологду и Храм Святого Апостола Андрея Первозванного, г. Вологда. Автор фото В. В. Лукина	



CONTENTS

Gelfond A. L. About the dissertation council in architectural specialties at the NNGASU... 9

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

Sukhanov S. V., Shipunov A. N., Shkoda I. V., Tyagunova L. Yu., Kuvalov V. V., Khazov P. A. Instrumental assessment of the vibration state of the structures of a public building during the movement of human streams in various modes..... 15

Anuschenko A. M., Kultsep A. V., Schukin A. Yu. Engineering approach to the assessment of seismic resistance of the "frame – boiler" systems using elements of passive seismic protection during a control earthquake 21

Lampsi B. B., Markina Yu. D., Khazov P. A. The influence of the height of a crane-subtruss (PPF) on the pliability of the riding belt..... 28

Khazov P. A., Chibakova E. A., Kalinina G. A., Pomazov A. P. Experimental evaluation of normative methods for calculation of the stability of centrally compressed rods..... 34

Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Experience of replacing pile foundations with box-type foundation on an artificial foundation in low-rise construction..... 42

Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Studies of the efficiency of horizontally loaded pile foundations of retaining structures..... 48

Pronin V. V. To the calculation of the base of centrally compressed columns of solid section 52

Kuzmin D. S., Monich D. V., Boblyov V. N., Grebnev P. A. Sound insulation of light partitions with shotcreted claddings and acoustic separation of layers..... 57

Mylnikov V. V., Kondrashkin O. B., Gulin I. A. Features of application of dispersed-hardened composite materials obtained by internal oxidation technology for building structures..... 65

Kolotov O. V. Modular coatings by "Kislovodsk" type..... 71

Schyogoleva A. V., Ibragimova F. R. K. Analysis of BIM technologies use in the design of modern sports complexes..... 76

Shilov S. S. Numerical modeling the aerodynamics of surfaces of double curvature of various geometric dimensions..... 81

WATER SUPPLY, SEWAGE, CONSTRUCTION SYSTEMS OF WATER RESOURCES PROTECTION

Vasilev A. L., Balobanov A. S. Application of activated carbon to remove anthropogenic impurities from surface sources in water treatment technology..... 89

Abramova A. A., Dyagelev M. Yu., Isakov V. G., Nepogodin A. M. Normative regulation and assessment of specific pollutants in surface and waste waters in Russia and abroad..... 96

HYDRAULIC ENGINEERING, HYDRAULICS AND ENGINEERING HYDROLOGY

Ageeva V. V., Kozhanov D. A., Lyukina E. A., Reshetnikov M. A. Consideration of channel processes during placement of a watered solitary quarry..... 104

Rokhmistrov I. N., Kostin V. I. Updating enlarged elemental norms of construction duration of spiral-shaped metal corrugated pipes (SSMCP) in modern conditions..... 111

THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF HISTORIC-ARCHITECTURAL HERITAGE

Yakovlev A. A., Zakharchuk A. V. Evolution of the idea of Naturalness in urban planning concepts of the late XIX – early XXI centuries..... 119

Ageeva E. Yu., Dubov A. L. Russian experience of renovation of historical water towers.... 124

Kaydalova E. V. Architectural and landscape solution of the EXPO-2020 territories..... 136

Zaytsev A. A. Formation of a variety of contextualism as a stylistic trend on the basis of environmental adaptation techniques..... 141



Kireeva T. V. Revitalization of railway infrastructure facilities into linear and hanging gardens and parks. Part I. The Paris experience.....	147
Tarasova Yu. I. The definition of «innovative architecture» through the manifestation of innovations in its morphology.....	154
Norenkov S. V., Shilin V. V., Krasheninnikova E. S. Algorithms of the language of graph-information modeling of psychophysiology of architectural-spatial environment.....	163
Shumilkin A. S. Scientific and restoration techniques for preservation of the Church of Ascension of the early twentieth century in the city of Minusinsk of the Krasnoyarsk region.....	170
Shirokova E. O. Postmodernism in the works of Russian scientists	174
Dutsev M. V. The architectural environment of Nizhny Novgorod – dialogues with identity: Part 1. Theoretical aspects.....	181
Dutsev M. V. The architectural environment of Nizhny Novgorod – dialogues with identity: Part 2. Renovated recreational spaces.....	187
ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY	
Gelfond A. L. The «Oceanis» as a type of a multifunctional complex.....	193
Denisenko E. V., Zhandarova A. A. Characteristics of the formation of bidirectional architecture on the basis of modern design experience.....	199
Pirogov D. A. Experience of traditional temporary architecture in working with objects of prefabricated social infrastructure. Part 1. Analysis of historical experience. Basic principles of architecture of nomadic cultures.....	205
Pirogov D. A. Experience of traditional temporary architecture in working with objects of prefabricated social infrastructure. Part 2. The potential of nomadic peoples' architecture. Adaptation of established techniques and technologies in the modern context.....	210
Nikolaeva A. S. The potential of information modeling for the design of tourist and recreation complexes in Baikal.....	217
Botina O. A., Rodina O. A., Umorina V. M., Chegrina A. V. An architectural concept for organizing the central public area in a small town (on the example of the town of Kovyilkino, the republic of Mordovia).....	224
TOWN-PLANNING, PLANNING RURAL BUILT-UP AREAS	
Orlova L. N. Shielding capacity of buildings.....	231
Orlova L. N. Light and shadows on the building site.....	238
INFORMATION SECTION	
Jubilee of Academician S.V. Fedosov.....	242
New publications.....	244
List of requirements for publication in the scientific periodical “Privolzhsky Scientific Journal”	245
COVER PAGE: The bridge in honor of the 800th anniversary of Vologda across the Vologda River and the Church of St. Andrew, Vologda. The photo by V. V. Lukin	



А. Л. ГЕЛЬФОНД, акад. РААСН, д-р архитектуры, проф., зав. кафедрой архитектурного проектирования

О ДИССЕРТАЦИОННОМ СОВЕТЕ ПО АРХИТЕКТУРНЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ ПРИ ННГАСУ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: gelfond@bk.ru

Ключевые слова: архитектура, архитектурная наука, диссертационный совет, доктор архитектуры, кандидат архитектуры.

Статья посвящена работе диссертационного совета Д 212.162.07 по специальностям 2.1.11. Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия 2.1.12. Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности, который действует в ННГАСУ. Анализируя работу совета, автор статьи выявляет актуальные направления исследований, по результатам которых защищены докторские и кандидатские диссертации.

14 февраля 2023 года исполнилось 20 лет Диссертационному совету по специальностям 2.1.11. «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия», 2.1.12. «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности» при ННГАСУ. Всего в стране в настоящее время работают три диссертационных совета по архитектурным специальностям: в ННГАСУ, МАРХИ и СПбГАСУ.

Неизменно со дня основания совета его председателем является доктор архитектуры, профессор, академик РААСН, заведующая кафедрой архитектурного проектирования Анна Лазаревна Гельфонд. Заместителем председателя – доктор архитектуры, профессор, академик РААСН – Ахмедова Елена Александровна, заведующая кафедрой градостроительства СамГТУ. Учёным секретарем – Гоголева Наталья Аркадьевна – кандидат архитектуры, профессор кафедры дизайн-проектирования и изобразительных искусств ННГАСУ. Техническим секретарем диссертационного совета является Абаимова Эльвира Витальевна – учебный мастер кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования ННГАСУ.

Диссертационный совет объединяет вокруг ННГАСУ известных российских ученых-архитекторов. За 20 лет немало исследователей получили ученую степень в стенах нашего вуза: за эти годы было защищено 12 докторских и 156 кандидатских диссертаций. 12 защит запланировано на весенний семестр 2023 года.

Немного истории.

С 1994 года в ННГАСУ начала работать аспирантура по специальности «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия», с 2001 года – аспирантура по специальности «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности», с 2006 года работает докторантура по указанным специальностям.

Первый совет по защите кандидатских диссертаций по архитектурным специальностям был утвержден при ННГАСУ Приказом № 451-в от 14.02.2003 г. Это был региональный диссертационный совет. Учредителями являлись ННГАСУ (базовый вуз совета), Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Пензенский университет архитектуры и строительства, Самарский государственный архитектурно-строительный университет.



В 2008 году Приказом № 937-727 от 23.05.2008 г. при ННГАСУ как базовом вузе был утвержден объединенный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций по указанным специальностям, вузы-учредители: ННГАСУ, КГАСУ, СГАСУ.

В 2013 году Приказом № 156/нк от 01.04.2013 г. при ННГАСУ был утвержден диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, вуз-учредитель – ННГАСУ. Совет успешно работает в настоящее время.

Диссертации, защищенные в диссертационном совете по специальностям 2.1.11. «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия», 2.1.12. «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности» при ННГАСУ, посвящены актуальным проблемам архитектурной науки:

- исторические исследования, в которых выявлены особенности формирования историко-архитектурной среды городов и поселений, в частности городов Поволжья, определено место региональной архитектуры в общем процессе развития российского и зарубежного зодчества, исследовано наследие мастеров архитектуры и их творческий метод;

- теоретические исследования, в которых разработана теория художественной интеграции в архитектуре, предложен композиционный метод архитектурного проектирования, выявлены принципы эко-реурбанизации в архитектурном пространстве постиндустриального развития; исследованы составляющие творческого метода архитектора, исследованы проблемы стиля в архитектуре;

- типологические исследования, посвященные формированию архитектуры актуальных типов зданий и общественных пространств: университетских кампусов, сооружений для физкультуры и спорта, центров искусств, технопарков, многофункциональных торговых центров, энергосберегающих жилых домов, а также архитектурной модернизации, адаптации, приспособлению объектов культурного наследия для современного использования.

Защищенные за эти годы диссертации были подготовлены аспирантами, докторантами и соискателями ученых степеней в Нижнем Новгороде, Воронеже, Екатеринбурге, Иркутске, Йошкар-Оле, Казани, Кирове, Костроме, Красноярске, Москве, Новосибирске, Оренбурге, Ростове-на-Дону, Самаре, Санкт-Петербурге, Саранске, Саратове, Томске, Ульяновске, Уфе.

К главным достижениям совета, безусловно, относятся защиты докторских диссертаций. Это исследования нижегородских докторов архитектуры, которые работают в ННГАСУ:

- профессор кафедры архитектурного проектирования Галина Федоровна Горшкова, тема – «Проекционная геометрия архитектурного пространства» (2009 г.), научный консультант профессор А. Л. Гельфонд;

- профессор кафедры архитектурного проектирования, член-корреспондент РААСН Ольга Владимировна Орельская, тема – «Нижегородская архитектура XX века как отражение российского и зарубежного зодчества» (2009 г.), научный консультант профессор А. Л. Гельфонд;

- заведующий кафедрой дизайна архитектурной среды, профессор кафедры архитектурного проектирования Михаил Викторович Дуцев, тема – «Концепция художественной интеграции в новейшей архитектуре» (2014 г.).

- профессор кафедры архитектурного проектирования, ГАП Архитектурной мастерской ННГАСУ Александра Владиславовна Лисицына, тема – «Историко-



архитектурная среда малых и средних городов Нижегородского Поволжья» (2020 г.), научный консультант профессор О. В. Орельская;

– доцент кафедры архитектурного проектирования Алексей Александрович Худин, тема – «История теории стиля постмодернизм в зарубежной архитектуре» (2022 г.), научный консультант профессор А. Л. Гельфонд.

В совете при ННГАСУ защищали докторские диссертации ученые и из других городов. Среди них профессор СПбГАСУ Андрей Георгиевич Вайтенс, профессора СамГТУ Татьяна Владимировна Вавилонская и Сергей Алексеевич Малахов, профессор КГАСУ Ханифа Габидуллолна Надырова, доцент УрГАХУ Максим Викторович Пучков.

Продолжая темы исследований, сделанных и защищенных в ННГАСУ как кандидатские, двое ученых защитили позднее PhD по архитектуре при совместном научном руководстве с учеными из вузов-партнеров Франции:

Скопина М. *Le problème du site et du contexte dans l'architecture contemporaine: le Parc de La Villette et le Jardin en mouvement du Parc André-Citroën à Paris* (Проблема места и контекста в современной архитектуре: парк Ла Виллет и сад в движении парка Андре Ситроен в Париже) научный руководитель профессор А. Гельфонд (ННГАСУ), профессор Ж. Фоль (Архитектурная школа Пари Маляке), 2013.

Воронина А. *Nijni Novgorod: interroger le paradigme de la «ville-nature» à l'ère postindustrielle* (Нижний Новгород: к вопросу о парадигме «Город-природа» в постиндустриальный период) PhD по архитектуре, научный руководитель профессор А. Гельфонд (ННГАСУ); профессор К. Мауми (Национальная школа архитектуры Гренобля), 2014.

Кандидатами архитектуры стали за эти годы и представители других стран: Алжира, Гвинеи, Египта, Ирака, Сирии.

Диссертационный совет по архитектурным специальностям при ННГАСУ – единый сплоченный научный коллектив, который постоянно поддерживает связь практически со всеми соискателями, защитившими диссертации в совете.

© А. Л. Гельфонд, 2023



**К СТАТЬЕ А. Л. ГЕЛЬФОНД «О ДИССЕРТАЦИОННОМ СОВЕТЕ
ПО АРХИТЕКТУРНЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ ПРИ ННГАСУ»**

**СОСТАВ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.162.07
ПО ЗАЩИТЕ ДИССЕРТАЦИЙ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК, НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК (с 2013 г.)**

по специальностям 2.1.11. Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия, 2.1.12. Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности при Нижегородском государственном архитектурно-строительном университете

вуз-учредитель совета – ННГАСУ

	Фамилия, имя, отчество		Ученая степень, ученое звание, шифр специальности, отрасль науки в совете, место работы
1		Гельфонд Анна Лазаревна председатель	доктор архитектуры, профессор, академик РААСН, 2.1.12 (архитектура), ННГАСУ
2		Ахмедова Елена Александровна заместитель председа- теля	доктор архитектуры, профессор, академик РААСН, 2.1.11 (архитектура), СамГТУ
3		Гоголева Наталья Аркадьевна ученый секретарь	кандидат архитектуры, доцент, 2.1.11 (архитектура), ННГАСУ
4		Агеева Елена Юрьевна	доктор философских наук, профессор, 2.1.11 (архитектура), ННГАСУ
5		Айдарова Галина Николаевна	доктор архитектуры, профессор, 2.1.11 (архитектура), КГАСУ



6		Горшкова Галина Федоровна	доктор архитектуры, профессор, 2.1.11 (архитектура), ННГАСУ
7		Дуцев Михаил Викторович	доктор архитектуры, профессор, советник РААСН, 2.1.11 (архитектура), ННГАСУ
8		Каракова Татьяна Владимировна	доктор архитектуры, профессор, советник РААСН, 2.1.12 (архитектура), СамГТУ
9		Карташова Кира Константиновна	доктор архитектуры, профессор, почетный член РААСН, 2.1.12 (архитектура), МАРХИ
10		Кочев Алексей Геннадьевич	доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, 2.1.12 (архитектура), ННГАСУ
11		Крашенинников Алексей Валентинович	доктор архитектуры, профессор, член-корреспондент РААСН, 2.1.12 (архитектура), МАРХИ
12		Куприянов Валерий Николаевич	доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, 2.1.12 (архитектура), КГАСУ
13		Михайлов Сергей Михайлович	доктор искусствоведения, профессор, 2.1.12 (архитектура), КГАСУ
14		Норенков Сергей Владимирович	доктор философских наук, профессор, 2.1.11 (архитектура), ННГАСУ



15		Орельская Ольга Владимировна	доктор архитектуры, профессор, член-корреспондент РААСН, 2.1.11 (архитектура), ННГАСУ
16		Орлова Людмила Николаевна	доктор технических наук, профессор, 2.1.12 (архитектура), ННГАСУ
17		Пономаренко Елена Владимировна	доктор архитектуры, профессор, 2.1.11 (архитектура), СамГТУ
18		Попов Евгений Владимирович	доктор технических наук, профессор, 2.1.12 (архитектура), ННГАСУ
19		Шумилкин Сергей Михайлович	доктор архитектуры, профессор, 2.1.11 (архитектура) ННГАСУ
20		Яковлев Андрей Александрович	доктор архитектуры, профессор, советник РААСН, 2.1.12 (архитектура), ННГАСУ
21		Абаимова Эльвира Витальевна технический секретарь диссертационного со- вета	

УДК 699.842

С. В. СУХАНОВ¹, канд. техн. наук, нач. отдела инновационного развития;
А. Н. ШИПУНОВ¹, нач. тематического отдела; **И. В. ШКОДА**, асс. кафедры теории сооружений и технической механики², аспирант³; **Л. Ю. ТЯГУНОВА²**, ст. преподаватель кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии;
В. В. КУВАЛОВ², магистрант кафедры теории сооружений и технической механики; **П. А. ХАЗОВ²**, канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики, заведующий лабораторией непрерывного контроля технического состояния зданий и сооружений

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИБРОСОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ

¹АО «Арзамасское научно-производственное предприятие «ТЕМП-АВИА»

Россия, 607220, г. Арзамас, ул. Кирова, 26. Тел.: (83147) 71335; эл. почта: rao@temp-avia.ru

²ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-94;
эл. почта: tyagunovaly@yandex.ru

³Институт проблем машиностроения РАН – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»

Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85. Тел.: (831) 432-05-76.

Ключевые слова: вибрация, колебания, строительные конструкции, акселерометр, частота колебаний, амплитуда колебаний, максимальные перемещения.

Приводятся данные по вибросостоянию различных конструкций общественного здания, полученные по результатам измерений уровня колебаний блоком акселерометров. Моделируются различные режимы передвижения группы людей, соответствующие эксплуатации и экстренной эвакуации. Приводится разложение по частотным диапазонам, сравнение полученных данных с требованиями нормативных документов.

Введение

Неучтенные и неспрогнозированные вибрации и колебания могут являться опасными в конструкциях различного инженерного назначения: деталях машин и механизмов, приборах, элементах летательных аппаратов и других механических системах, подверженных влиянию динамических нагрузок и возбуждений [1–10]. Отдельным пунктом могут быть выделены вибрации конструкций зданий и сооружений [3–10], поскольку в этом случае имеет место ежедневное взаимодействие с человеком, связанное непосредственно с его жизнедеятельностью.

Поскольку вибрации относятся хоть и к нежелательным, но неизбежным факторам, одной из основных задач современной науки и техники может являться их точное измерение и последующая обработка полученной информации [11, 12]. Измерение уровня вибраций преследует следующие цели:

- получение точной информации о вибросостоянии конструкции и сравнение результатов измерения с проектными (расчетными) данными;
- оценка вибросостояния при возникновении неучтенных проектом новых источников динамических возбуждений (например, проложение линий метрополитена, изменение транспортной нагрузки в непосредственной близости и т. п.);
- составление динамического паспорта здания или сооружения;



– измерение вибраций объектов, выполнение расчетной оценки динамического состояния которых затруднительно или невозможно, например, объектов с частично или полностью утраченной проектной документацией, объектов культурного наследия, исторических зданий или сооружений.

Причиной вибраций строительных конструкций могут являться различные природные, техногенные и антропогенные факторы: землетрясения [7–9], ветер [7], движение транспорта [3, 4, 6], аварии и взрывы, строительные работы и т. д. Также существует ряд помещений, причиной вибрации в которых могут стать перемещения людских потоков. Такие помещения и их конструкции, как правило, не предназначены для непрерывного пребывания людей, а выполняют связующую функцию – коридоры, переходы между корпусами, лестницы общественных зданий [13]. Работа таких систем может быть разделена на 3 режима:

– эксплуатационный, при котором передвижение в помещениях осуществляется отдельными людьми или их небольшими группами и не влияет на вибросостояние конструкций;

– режим повышенной нагрузки, при котором в помещения кратковременно выходит большое число людей. Нагрузка в это время приближается к нормативной [14], а может даже превышать ее (например, в часы пик, перед началом и сразу после окончания рабочего дня на предприятиях, во время перемен в учебных заведениях и пр.). Такой уровень нагрузок может существенно сказываться на работе конструкций и требует особого внимания при их расчете и в процессе эксплуатации;

– эвакуационный режим, при котором происходит массовое движение всех людей, находящихся в здании, наружу через одни и те же помещения. Основным отличием данного режима эксплуатации от предыдущего заключается в большей скорости движения людей по путям эвакуации, а значит, в большей динамической интенсивности воздействия людских потоков на конструкции рассматриваемых помещений.

Предметом исследования в настоящей статье является влияние второго и третьего режимов эксплуатации помещений на вибросостояние конструкций.

Материалы и методы

Измерения выполнялись с помощью акселерометра типа ТБА (рис. 1). ТБА – трехосный блок акселерометров с цифровым выходом разработки АО АНПП «ТЕМП-АВИА». Данный датчик измеряет проекции кажущегося линейного ускорения на собственные взаимноортогональные оси. Трехосный акселерометр выполнен по технологии МЭМС (микромеханических систем). Микромеханические детали акселерометра изготавливаются по высокопроизводительной технологии многоуровневого микропрофилирования монокристаллического кремния.

Для моделирования вышеуказанных режимов перемещения была задействована группа из 13 человек. Для первых измерений группа людей перемещалась шагом, собравшись плотной толпой, имитируя час-пик. При втором измерении проход осуществлялся легким бегом, что соответствует скорости потока людей при эвакуации. Акселерометр устанавливался в точках с ожидаемым наибольшим значением перемещений.

Объектом исследования были выбраны «путевые» конструкции корпусов ННГАСУ, а именно отапливаемый переход между I и IV корпусами (рис. 2), парадная лестница I корпуса (рис. 3а), лестница II корпуса (рис. 3б). В зависимости от ориентации изучаемой конструкции менялась и ориентация осей акселерометра (рис. 2, 3).



Результаты исследования

Результаты измерений в каждой точке за весь период времени наблюдений, а также их масштабное изображение в периоды пиковых колебаний представлены на рис. 4–7.

На рис. 8–11 приведены диаграммы разложения колебаний по собственным частотам в моменты пиковых перемещений. На диаграммах количество колебаний с определенной частотой выражено в процентах от общего количества колебаний, полученных на рассматриваемом участке. На основании диаграмм были определены основные (модальные) и максимальные частоты.

Распределения частот парадной лестницы при всех режимах перемещения близки к нормальному закону, при этом абсолютное значение составляет 13–14 Гц. В переходе и на лестнице II корпуса нельзя выделить какую-либо основную частоту, распределение частот является практически равномерным. Это говорит о том, что при перемещении людей в данных расчетных ситуациях нельзя свести сложное хаотичное воздействие к упрощенному (резонансному) воздействию одной частоты.

Также были определены амплитуды виброперемещений. В первом приближении характер колебаний принимался квазигармоническим, удовлетворяющим закону:

$$z(t) = Z \cdot \cos(\omega t), \quad (1)$$

где z – виброперемещение; Z – максимальная амплитуда колебаний; ωt – начальная фаза колебаний; ω – круговая частота; t – изучаемый момент времени.

Из формулы (1) видно, что закон изменения ускорений имеет вид:

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = \ddot{z}(t) = -Z\omega^2 \cos(\omega t), \quad (2)$$

откуда максимальное виброускорение $|a_{max}| = Z\omega^2$. По данным акселерограмм (рис. 4–7) могут быть определены экспериментально зафиксированные значения ω и $|a_{max}|$, по которым вычисляется амплитуда:

$$Z = |a_{max}|/\omega^2.$$

Результаты вычислений для каждой точки сведены в таблицу.

Результаты вычислений

Характеристика	Парадная лестница	Лестница II корпуса	Переход, т. 1 (рис. 2б)	Переход, т. 2 (рис. 2б)
Основные частоты, Гц	12 – 14	16, 18	18 – 19, 24	21, 30
Максимальная частота, Гц	17	27	24	33
Максимальное перемещение, мкм	10,7	31,94	7,53	3,98

Выводы

Проведенный анализ показал, что:

1. Частоты вибраций и амплитуды виброускорений не выходят за пределы, ограниченные нормативными документами, что говорит о возможности безопасной эксплуатации рассмотренных конструкций, в том числе при ежедневном использовании.

2. Амплитуды виброперемещений имеют порядок «десятки микрон», что говорит об отсутствии значимых колебаний и невозможности наступления резонанса конструкций при рассмотренных режимах перемещения людей.

К СТАТЬЕ С. В. СУХАНОВА, А. Н. ШИПУНОВА, И. В. ШКОДА,
Л. Ю. ТЯГУНОВОЙ, В. В. КУВАЛОВА, П. А. ХАЗОВА
«ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИБРОСОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ
ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ
В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ»

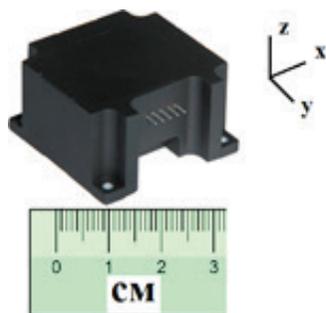


Рис. 1. Внешний вид ТБА

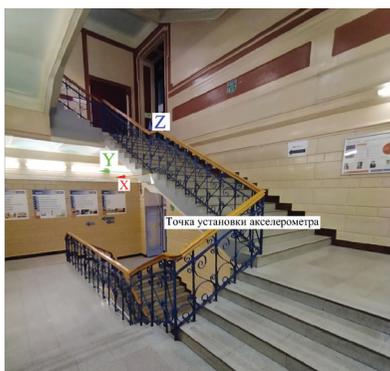


a



б

Рис. 2. Отапливаемый переход: *a* – общий вид; *б* – точки установки акселерометра и ориентация осей



a



б

Рис. 3. Общий вид и точки расположения акселерометра: *a* – на парадной лестнице I корпуса; *б* – лестнице II корпуса

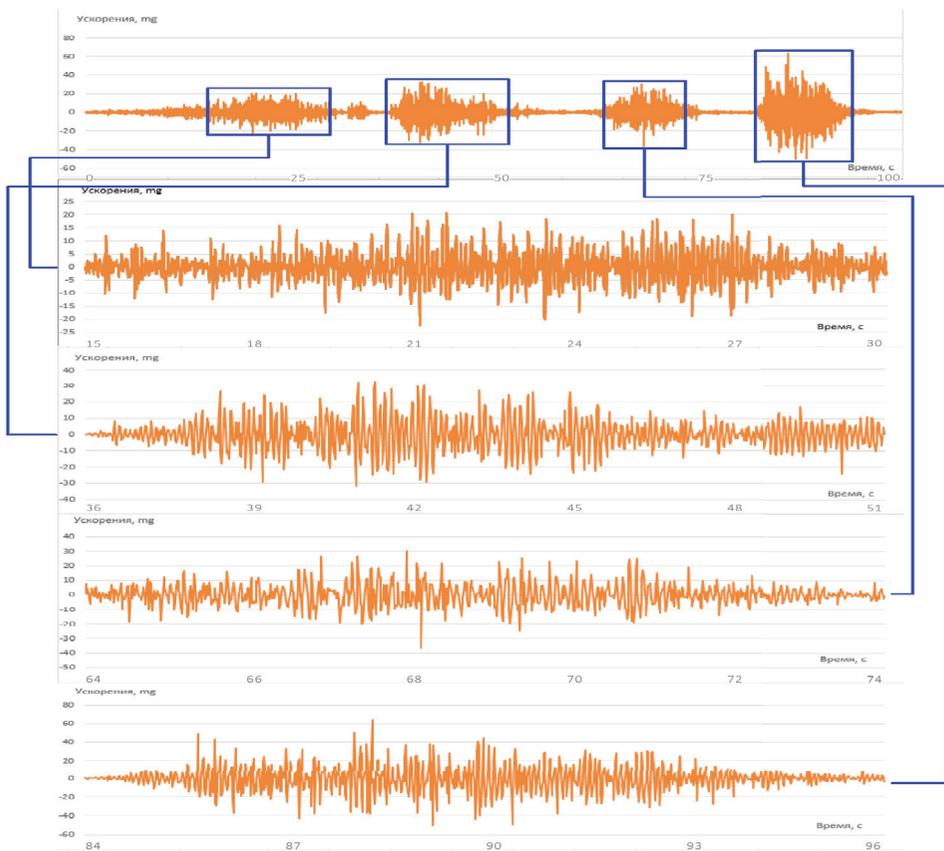


Рис. 4. Акселерограмма вибраций парадной лестницы I корпуса ННГАСУ

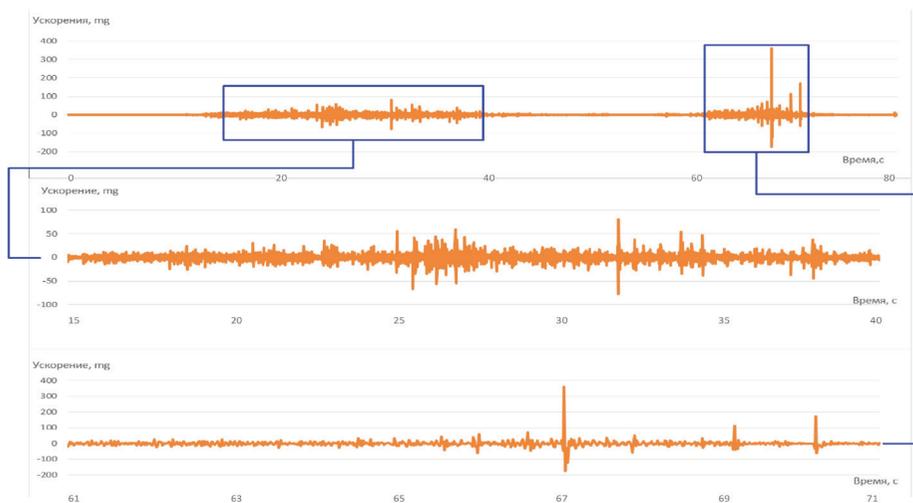


Рис. 5. Акселерограмма вибраций лестницы II корпуса

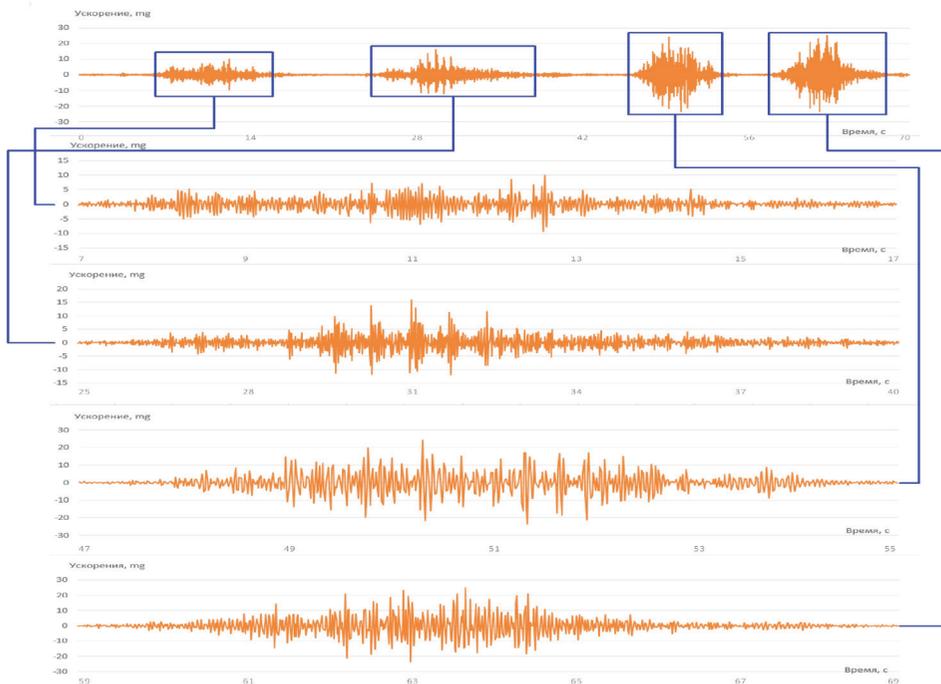


Рис. 6. Акселерограмма вибраций пролетной части перехода, точка крепления прибора 1

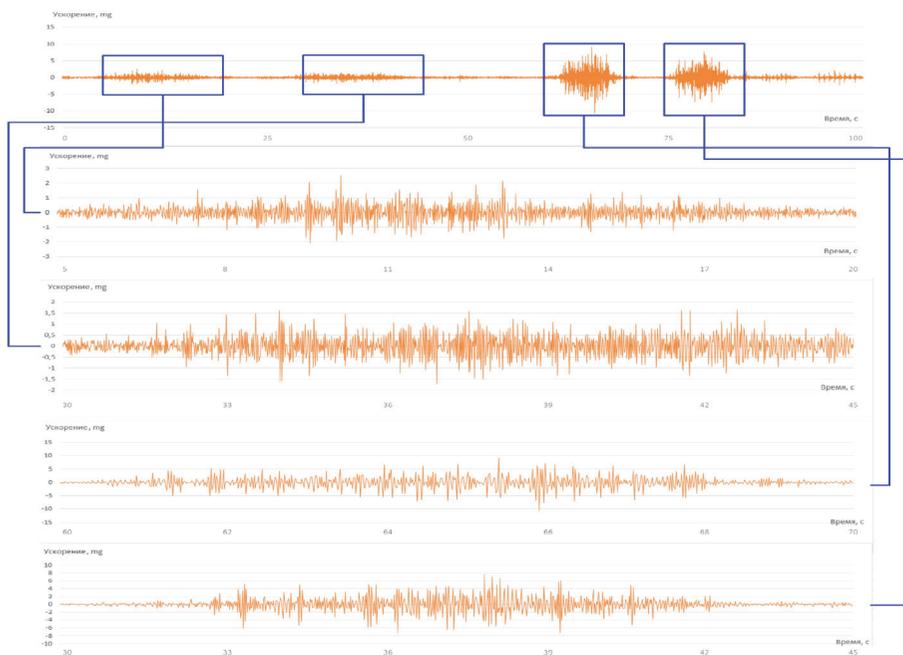
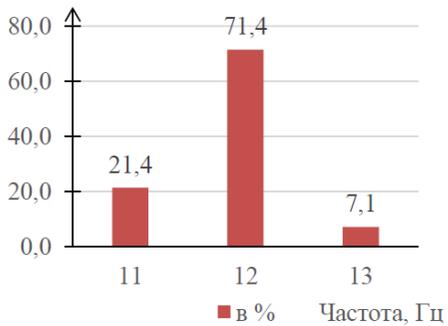
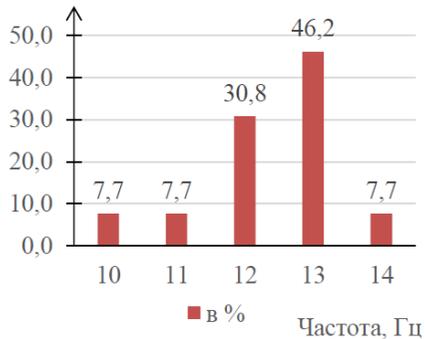


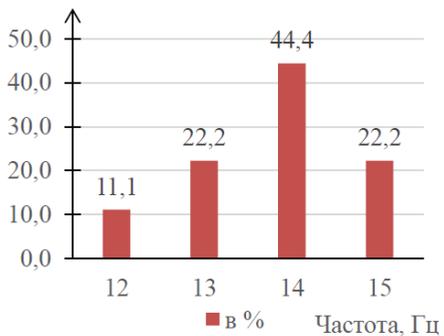
Рис. 7. Акселерограмма вибраций припорной части перехода, точка крепления прибора 2



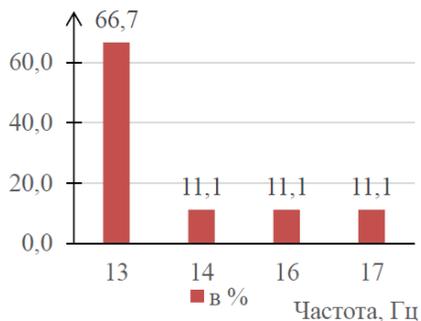
a



б

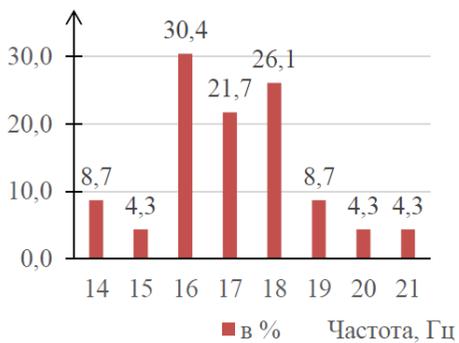


в

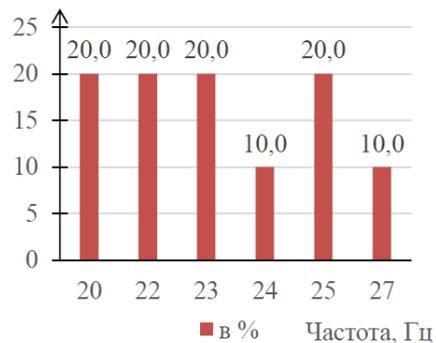


г

Рис. 8. Спектры частот парадной лестницы I корпуса ННГАСУ в пиковые периоды колебаний

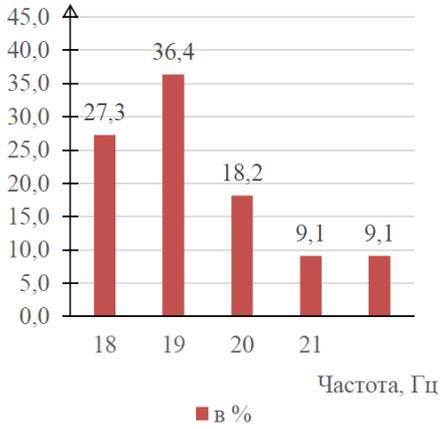


a

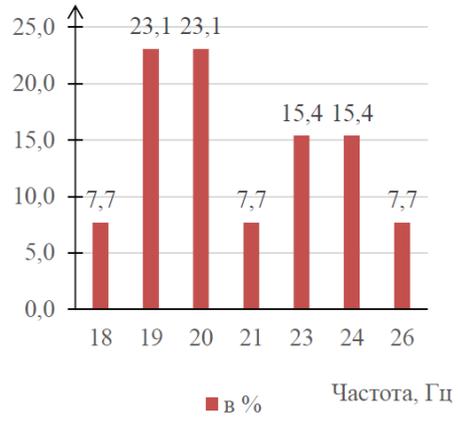


б

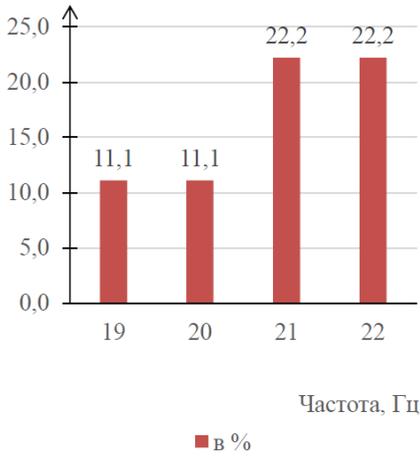
Рис. 9. Спектры частот лестницы II корпуса ННГАСУ в пиковые периоды колебаний



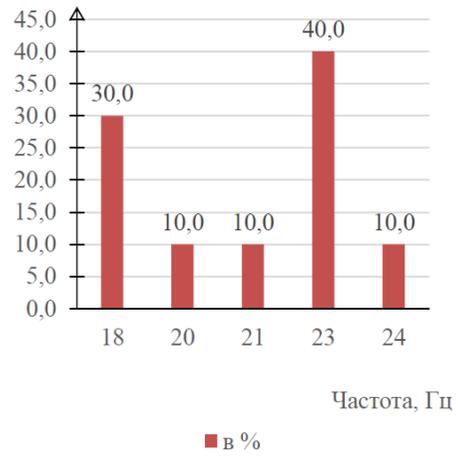
a



б

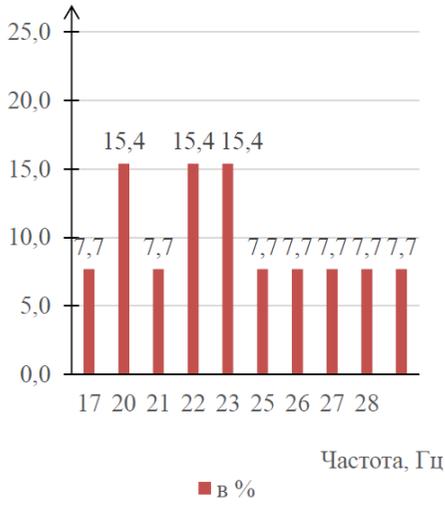


в

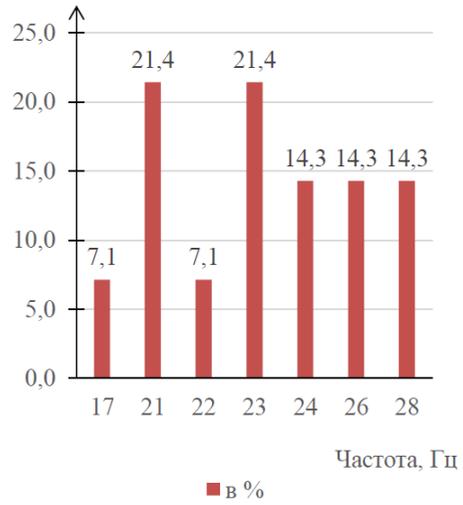


г

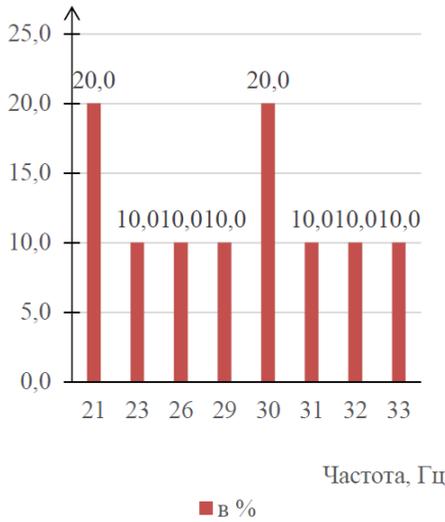
Рис. 10. Спектры частот пролетной части перехода



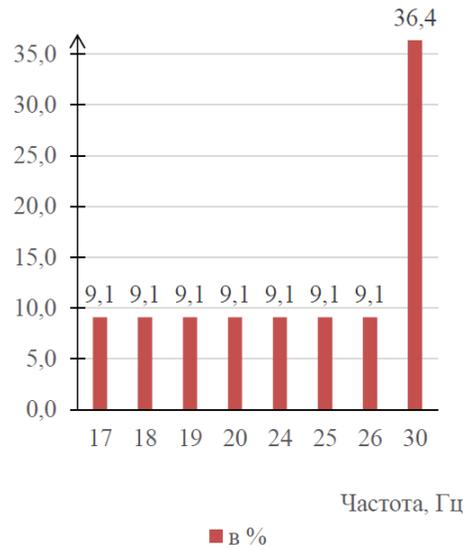
а



б



в



г

Рис. 11. Спектры частот припорной части перехода



3. Для составления более точного динамического портрета конструкций необходимо проведение большого количества исследований с различными режимами перемещения, количеством людей, с возможностью разработки методики прогнозирования резонансных явлений в зависимости от различных факторов и условий, что планируется выполнить в последующих исследованиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пановко, Я. Г. Устойчивость и колебания упругих систем. Современные концепции, парадоксы и ошибки / Я. Г. Пановко, И. И. Губанова. – Изд. 4-е. – Москва : Наука, 1987. – 352 с. – Текст : непосредственный.

2. Волновая динамика деформируемых систем, взаимодействующих с упругоинерционными и неоднородными основаниями : монография / В. И. Ерофеев, Д. А. Колесов, А. С. Плехов, П. А. Хазов ; Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 128 с. – Текст : непосредственный.

3. Золина, Т. В. Исследование влияния вибрационных воздействий от автотранспорта на состояние конструкций фундамента жилого здания / Т. В. Золина, Н. В. Купчикова. – Текст : непосредственный // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. – № 3 (29). – С. 24–29.

4. Шутова, О. А. Анализ вибрационного воздействия автотранспорта на конструкции фундаментов жилых зданий : специальность 05.23.02 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / О. А. Шутова ; [Место защиты : Волгоградский государственный технический университет]. – Волгоград, 2018. – 17 с. – Текст : непосредственный.

5. Савин, С. Н. Современные методики определения динамических параметров зданий и сооружений в соответствии с ГОСТ Р 53778-2010 и ГОСТ Р 54859-2011 / С. Н. Савин, И. Л. Данилов. – Текст : непосредственный // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты) / Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС РФ. – Санкт-Петербург, 2013. – № 3 (7). – С. 37–46.

6. Мониторинг вибросостояния здания плотной городской застройки с помощью микроволнового интерферометра / В. И. Ерофеев, И. В. Шкода, Е. Н. Облетов, [и др.] – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 2. – 9–15.

7. Динамика строительных конструкций при экстремальных природных воздействиях: колебания, прочность, ресурс : монография / П. А. Хазов, Д. А. Кожанов, А. М. Анущенко, А. А. Сатанов ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2022 – 98 с. – Текст : непосредственный.

8. Назаров, Ю. П. Теория и практика расчетов строительных сооружений на сейсмостойкость по акселерограммам / Ю. П. Назаров, Ю. Н. Жук, Е. В. Позняк, [и др.] – Текст : непосредственный // Тезисы докладов XI Российской национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию (с международным участием). – Москва, 2015. – С. 131–132.

9. Хазов, П. А. Резонансный анализ каркасного здания при сейсмических воздействиях различных частотных диапазонов / П. А. Хазов, А. А. Генералова, А. Е. Воробьева – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 4. – С. 56–64.

10. Егупов К. А. Метод построения крутильно-поступательных форм собственных колебаний многоэтажных зданий / К. А. Егупов. – Текст : непосредственный // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – Махачкала, 2012. – № 27. – С. 69–76.

11. ГОСТ Р 53964-2010. Вибрация. Вибрация зданий. Измерение вибрации сооружений. Руководство по проведению измерений. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 16 с. – Текст : непосредственный.

12. СП 413.1325800.2018 Здания и сооружения, подверженные динамическим воздей-



ствиям : свод правил : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 7 ноября 2018 г. № 707/пр : дата введения 8 мая 2019 г. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/554403254?ysclid=ld8iofl28e988900855>. – Текст : электронный.

13. Гельфонд, А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений : учебное пособие для студентов вузов по специальности "Архитектура" направления подготовки "Архитектура" / А. Л. Гельфонд. – Москва : Архитектура-С, 2006. – 280 с., ил. – ISBN 5-9647-0099-3. – Текст : непосредственный.

14. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия : свод правил : утвержден Приказом Минстроя России от 03.12.2016 N 891/пр : актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* : дата введения 4 июня 2017 г. : [редакция от 30.05.2022]. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

SUKHANOV Sergey Valerevich¹, candidate of technical sciences, head of innovation development department; SHIPUNOV Andrey Nikolaevich¹, head of the thematic department; SHKODA Irina Vasilevna, assistant of the chair of theory of structures and technical mechanics², postgraduate student³; TYAGUNOVA Lidiya Yurevna², senior teacher of the chair of foundation and engineering geology; KUALOV Viktor Vasilevich², undergraduate student of the chair of theory of structures and technical mechanics; KHAZOV Pavel Alekseevich², candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics, head of the laboratory of continuous monitoring of technical condition of buildings and structures

INSTRUMENTAL ASSESSMENT OF THE VIBRATION STATE OF THE STRUCTURES OF A PUBLIC BUILDING DURING THE MOVEMENT OF HUMAN STREAMS IN VARIOUS MODES

¹JSC Arzamas Research and Production Enterprise «TEMP-AVIA»

26, Kirov St., Arzamas, 607220, Russia. Tel.: +7 (83147)-71335; эл. почта: pao@temp-avia.ru

²Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96;

e-mail: tyagunovaly@yandex.ru

³Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences – Branch of Federal Research Center “Institute of Applied Physics of the RAS”

85, Belinsky St., Nizhny Novgorod, 603024, Russia, Tel.: +7 (831) 432-05-76.

Key words: vibration, oscillation, building construction, accelerometer, oscillation frequency, oscillation amplitude, maximum displacements.

The article presents the data on the vibration state of various structures of a public building, obtained from the results of measurements of the level of vibrations by an accelerometer unit. Various modes of movement of a group of people are modeled, corresponding to standard operation and emergency evacuation, and sorted out by frequency ranges; the comparison of the obtained data with the requirements of regulatory documents is performed.

REFERENCES

1. Panovko Ya. G., Gubanova I. I. Ustoychivost i kolebaniya uprugikh system. Sovremennyye kontseptsii, paradoksy i oshibki [Stability and oscillations of elastic systems. Modern concepts, paradoxes and errors]. Izd. 4-e. Moscow : Nauka, 1987. – 352 p.

2. Erofeev V. I., Kolesov D. A., Plekhov A. S., Khazov P. A. Volnovaya dinamika



deformiruemykh sistem, vzaimodeystviyuschikh s uprugoinertsionnymi i neodnorodnymi osnovaniyami [Wave dynamics of deformable systems interacting with elastic-inertial and inhomogeneous bases] : monografiya. Nizhegorod. gos. tekhn. un-t im. R.E. Alekseeva. Nizhny Novgorod, 2018. 128 p.

3. Zolina T. V., Kupchikova N. V. Issledovanie vliyaniya vibratsionnykh vozdeystviy ot avtotransporta na sostoyanie konstruksiy fundamenta zhilogo zdaniya [Investigation of the influence of vibration effects from motor vehicles on the condition of the foundation structures of a residential building] / Inzhenerno-stroitelny vestnik Prikaspiya [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region]. – 2019. – № 3(29). – P. 24–29.

4. Shutova O. A. Analiz vibratsionnogo vozdeystviya avtotransporta na konstruksii fundamentov zhilykh zdaniy [Analysis of the vibration impact of vehicles on the construction of foundations of residential buildings]: spetsialnost 05.23.02 : avtoref. dis. ... k-ta tekhn. nauk; [Mesto zaschity: Volgogr. gos. tekhn. un-t]. – Volgograd, 2018, 17 p.

5. Savin S. N., Danilov I. L. Sovremennye metodiki opredeleniya dinamicheskikh parametrov zdaniy i sooruzheniy v sootvetstvii s GOST R 53778-2010 i GOST R 54859-2011 [Modern methods for determining the dynamic parameters of buildings and structures in accordance with GOST R 53778-2010 and GOST R 54859-2011] / Prirodnye i tekhnogennye riski (fizikomatematicheskie i prikladnye aspekty) [Natural and man-made risks (physical, mathematical and applied aspects)] / Sankt-Peterburgskiy universitet gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MChS RF. – Saint-Petersburg, 2013. – № 3 (7). – P. 37–46.

6. Erofeev V. I., Shkoda I. V., Oblyotov E. N., et al. Monitoring vibrosostoyaniya zdaniya plotnoy gorodskoy zastroyki s pomoschyu mikrovolnovogo interferometra [Monitoring of the vibration state of a dense urban development using a microwave interferometer]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit un-t. Nizhny Novgorod, 2022. № 2. P. 9–15.

7. Khazov P. A., Kozhanov D. A., Anuschenko A. M., Satanov A. A. Dinamika stroitelnykh konstruksiy pri ekstremalnykh prirodnykh vozdeystviyakh: kolebaniya, prochnost, resurs [Dynamics of building structures under extreme natural impacts: vibrations, strength, lifetime]. – Nizhny Novgorod: Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t, 2022 – 98 p.

8. Nazarov Yu. P., Zhuk Yu. N., Poznyak E. V., et al. Teoriya i praktika raschyotov stroitelstva sooruzheniy na seymostoykost po akselerogrammam [The theory and practice of calculating building structures for earthquake resistance according to accelerograms] // Tezisy dokladov XI Rossiyskoy natsionalnoy konferentsii po seymostoykomu stroitelstvu i seymicheskomu rayonirovaniyu (s mezhdunarodnym uchastiem) [Abstracts of the XI Russian National Conference on Earthquake Engineering and Seismic Zoning (with international participation)]. – Moscow – 2015. – P. 131–132.

9. Khazov P. A., Generalova A. A., Vorobyova A. E. Rezonansny analiz karkasnogo zdaniya pri seymicheskikh vozdeystviyakh razlichnykh chastotnykh diapazonov [Resonance analysis of a frame building under seismic influence of various frequency ranges]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019. № 4. P. 56–64.

10. Egupov K. A. Metod postroeniya krutilno-postupatelnykh form sobstvennykh kolebaniy mnogoetazhnykh zdaniy [Method of constructing the torsion-translational forms of natural oscillations of multi-storey buildings]. Vestnik Dagestan. gos. tekhn. un-ta. Tekhnicheskie nauki [Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical sciences]. Makhachkala, 2012. № 27. P. 69–76.

11. GOST R 53964-2010 Vibratsiya. Vibratsiya zdaniy. Izmerenie vibratsii sooruzheniy. Rukovodstvo po provedeniyu izmereniy [Vibration. Measurement of vibration in buildings. Guidance on measurement methods]. – Moscow : Standartinform, 2019, 16 p.

12. SP 413.1325800.2018 Zdaniya i sooruzheniya, podverzhennye dinamicheskim vozdeystviyam [The buildings and structures under dynamic actions] : svod pravil : utverzhd. prikazom Min-va stroit. i zhilishchno-kommunal. khoz-va RF ot 7 noyabrya 2018 g. – 707/pr : data vved. 8 maya 2019 g. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/554403254?ysclid=ld8iofl28e988900855>.



13. Gelfond A. L. Arkhitekturnoe proektirovanie obschestvennykh zdaniy i sooruzheniy [Architectural design of public buildings and structures] : ucheb. posobie dlya studentov vuzov po spetsialnosti "Arkhitektura" napravleniya podgotovki "Arkhitektura" – Moscow: Arkhitektura-C, 2006, 280 p., il. – ISBN 5-9647-0099-3.

14. SP 20.13330.2016. Nagruzki i vozdeystviya [Loads and effects] : svod pravil : utverzhd. Prikazom Ministroya Rossii ot 03.12.2016 N 891/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 2.1.07-85* : data vved. 4 iyunya 2017 g. : [red. ot 30.05.2022]. – URL: <http://www.consultant.ru>.

© С. В. Суханов, А. Н. Шипунов, И. В. Шкода, Л. Ю. Тягунова, В. В. Кувалов, П. А. Хазов, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК [621.18:624.014]+550.34

А. М. АНУЩЕНКО, ст. инженер; А. В. КУЛЬЦЕП, Doctor of engineering (PhD); А. Ю. ЩУКИН, зам. директора

ИНЖЕНЕРНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СИСТЕМ «КАРКАС – КОТЕЛ» С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ПАССИВНОЙ СЕЙСМОЗАЩИТЫ ПРИ КОНТРОЛЬНОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ

ООО «ЦКТИ-ВИБРОСЕЙСМ»

Россия, 195220, г. Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д. 9. Тел.: (812) 327-85-99; эл. почта: cvc@cvs.spb.ru

Ключевые слова: система «каркас – котел», сейсмическая нагрузка, физическая нелинейность, упругопластический демпфер, контрольное землетрясение.

Оценка сейсмостойкости сложных конструктивных систем «каркас – котел» с применением стандартных положений строительных сводов правил невозможна. В настоящей статье на примере расчета стального каркаса для парового котла подвесного типа на контрольное землетрясение уровня 7 баллов по шкале MSK-64 рассматривается инженерный подход к решению данной задачи посредством рассмотрения устойчивости отдельных подсистем, для оценки которых, наряду со строительными нормами, используются руководящие технические материалы и документы по проектированию котлов.

При обеспечении безопасной эксплуатации энергетических объектов в условиях сейсмических воздействий необходимо добиваться безаварийной работы технологического оборудования, которое может быть связано со строительными конструкциями. В качестве примера такого оборудования можно привести паровые котлы ТЭС и ГРЭС, которые монтируются к перекрытиям стальных каркасов на специальные подвески (блоки тарельчатых или винтовых пружин и тяги). В данном случае необходимо рассматривать сложную механическую систему «каркас – котел», к оценке сейсмостойкости которой не могут быть применены только стандартные положения строительных сводов правил [1, 2, 3]. При этом нормы, регулирующие расчеты самих котельных агрегатов на сейсмические воздействия [4, 5, 6], не отражают вопросы оценки устойчивости строительных конструкций.

В целях обеспечения сейсмостойкости системы «каркас – котел», а также снижения амплитуды колебаний котлоагрегата на практике нашли широкое применение наиболее простые с точки зрения конструктивного исполнения средства пас-

сивной защиты – упруго-пластические демпферы (УПД) консольного типа, которые жестко монтируются к элементам каркаса и связываются с поясами жесткости экранов котла таким образом, чтобы обеспечивалась возможность температурных расширений элементов котла [7, 8].

Свод правил [1] (п. 5.2.2) устанавливает для всех рассчитываемых конструктивных систем требование обеспечения общей устойчивости при контрольном землетрясении, которое в соответствии со статьей 16 федерального закона [9] может быть определено как предельное состояние, характеризующееся потерей устойчивости формы или потерей устойчивости положения.

В соответствии с [9] расчеты пространственных систем должны производиться с обязательным учетом фактической работы конструкций, что в должной мере может быть обеспечено только посредством применения верифицированных программных комплексов.

Один из реализованных в расчетных программных комплексах подходов к оценке общей устойчивости основан на классическом подходе Л. Эйлера для строго прямолинейных идеально упругих стержней в предположении о том, что приложенные к системе внешние нагрузки и внутренние усилия растут пропорционально одному параметру (λ). Значение λ , при котором матрица жесткости системы $\Delta(\lambda)$ становится отрицательно определенной, является критическим для рассматриваемой системы и принимается в качестве коэффициента запаса устойчивости [10].

Однако системы «каркас – котел» с применением УПД являются сложными, отличными от упругих прямолинейных стержней. Они включают в себя следующие элементы: каркас котла, в элементах которого не предполагается развитие неупругих деформаций; гибкую подвесную систему котла; котел, состоящий из ряда подсистем – газоплотные экраны, ширмовые пароперегреватели, экономайзеры, трубопроводы, взаимосвязанные между собой; упругопластические демпферы. В связи с этим классический метод Л. Эйлера не может быть применен для оценки общей устойчивости.

В соответствии с п. 4.1.9 свода правил [3] при отсутствии точных теоретических методов расчета по предельным состояниям допускается применение приближенных методов и упрощенных расчетных схем, основанных на разделении единых пространственных систем на отдельные элементы с учетом особенностей их взаимодействия между собой.

С учетом опыта проектирования и эксплуатации систем «каркас – котел» оценка сейсмостойкости может быть произведена по соответствию отдельных элементов и подсистем следующим критериям:

- обеспечение общей устойчивости каркаса котла;
- не превышение допустимых величин деформаций и перемещений элементов каркаса (колонн и балок перекрытий);
- не превышение допустимых горизонтальных перемещений элементов котла (должно обеспечиваться отсутствие контакта между котлом и каркасом при сейсмических колебаниях с учетом дополнительных тепловых деформаций);
- не превышение допустимых величин усилий в местах крепления УПД к поясам жесткости экранов котла;
- обеспечение прочности и устойчивости элементов подвесной системы котла.

В настоящей статье приводятся результаты оценки сейсмостойкости запроектированного на расчетное землетрясение уровня 7 баллов по шкале MSK-64 кар-



каса котла для парового котла подвешенного типа.

Оценка сейсмостойкости системы «каркас – котел» (расчет на КЗ) осуществлена по результатам динамического физически нелинейного расчета в программном комплексе *SCAD Office* [10, 11]. Расчетная схема системы «каркас – котел», построенная по данным технической документации, представлена на рис. 1 цв. вклейки.

В расчетную схему введены физически нелинейные стержневые элементы, работа которых соответствует характеру работы УПД, запроектированному на рабочую нагрузку 150 кН (рис. 2 цв. вклейки).

Поскольку расчет осуществляется в физически нелинейной постановке, для точного воспроизведения работы УПД в условиях развития пластических деформаций сейсмическое воздействие задается синтезированными акселерограммами с учетом спектров, указанных в своде правил [1] на временном участке 26 с (рис. 3 цв. вклейки).

Результаты физически нелинейного динамического расчета, полученные в программе *SCAD Office*, использовались для дальнейших критериальных оценок сейсмостойкости отдельных подсистем котла.

Проверка соответствия характера работы УПД при заданном сейсмическом воздействии экспериментальным исследованиям

На рис. 2 цв. вклейки представлен график зависимости «деформации – усилия», построенный в соответствии с результатами экспериментальных исследований УПД на действие циклической нагрузки.

Характерный график изменения поперечных сил, возникающих в УПД при расчете на КЗ в программном комплексе *SCAD Office*, представлен на рис. 1а цв. вклейки.

График изменения нагрузки в зависимости от деформации УПД показан на рис. 1б цв. вклейки). Данный график отражает характер работы УПД, соответствующий экспериментальным исследованиям, что позволяет говорить о корректности получаемых результатов физически нелинейного расчета системы «каркас – котел».

Оценка общей устойчивости каркаса котла

Оценка общей устойчивости каркаса котла в соответствии с требованиями свода правил [2] как составной части системы «котел – каркас» произведена с использованием энергетического постпроцессора программного комплекса *SCAD Office*. Проверка роли отдельных подсистем расчетных схем производится путем подсчета суммарного значения энергии, накапливаемой в рассматриваемой части при ее деформировании. Части системы с суммарно положительной энергией деформации относятся к удерживающим, т. е. способствующим сохранению устойчивости системы.

На рис. 4 цв. вклейки представлены картины распределения энергии деформации в элементах каркаса котла с указанием суммарной величины энергии, свидетельствующие о сохранении общей устойчивости каркаса в условиях КЗ ($E > 0$).

**К СТАТЬЕ А. М. АНУЩЕНКО, А. В. КУЛЬЦЕПА, А. Ю. ЩУКИНА
«ИНЖЕНЕРНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СИСТЕМ
«КАРКАС – КОТЕЛ» С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ПАССИВНОЙ
СЕЙСМОЗАЩИТЫ ПРИ КОНТРОЛЬНОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ»**

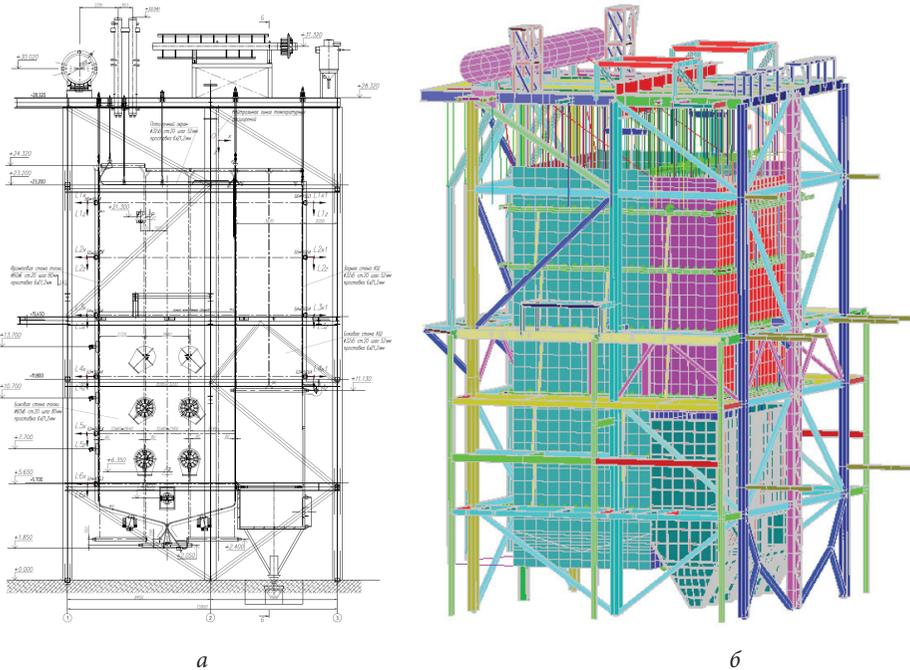


Рис. 1. Рассматриваемая система «каркас – котел»: *a* – установочный чертеж парового котла и каркаса; *б* – расчетная схема системы «каркас – котел» в SCAD Office

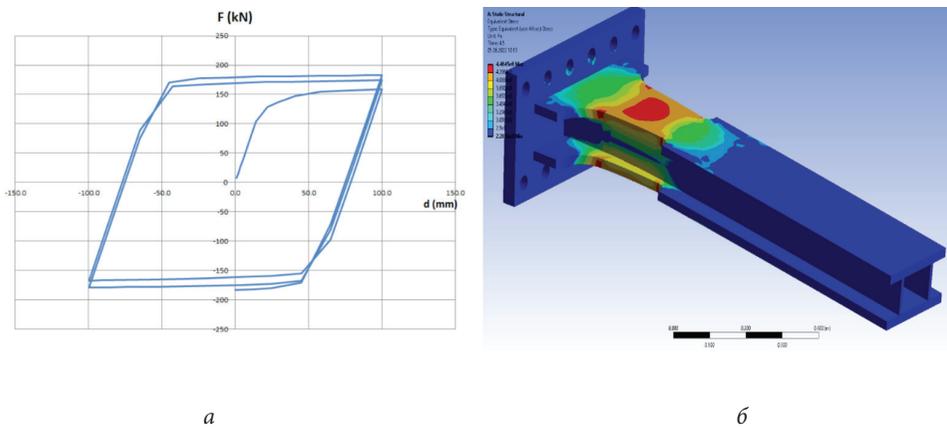


Рис. 2. Характер работы УИД консольного типа: *a* – график «усилия – перемещения»; *б* – распределение напряжений при циклической рабочей нагрузке 150 кН

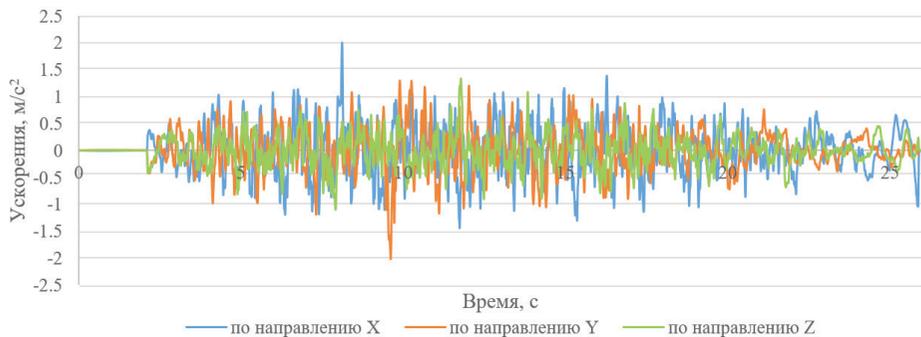


Рис. 3. Синтезированные акселерограммы

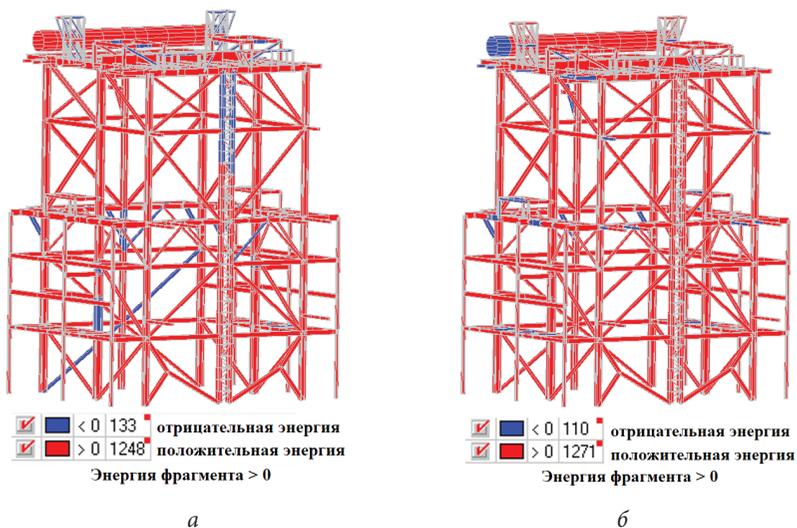


Рис. 4. Распределение энергии деформации в элементах каркаса котла: а – при «догружающем» действии сейсмической нагрузки; б – при «разгружающем» действии сейсмической нагрузки

R: Copy of P2 (gotovy)
 Equivalent Stress 3
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: MPa
 Time: 3

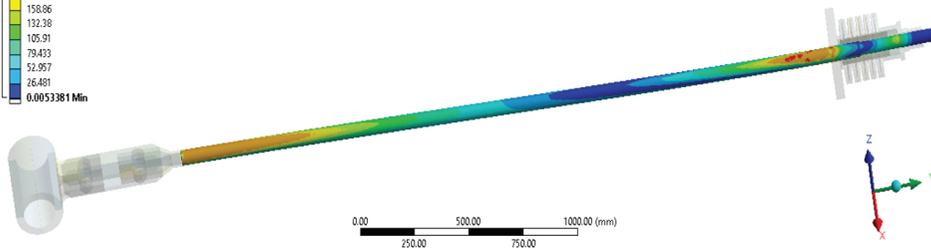
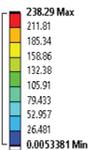
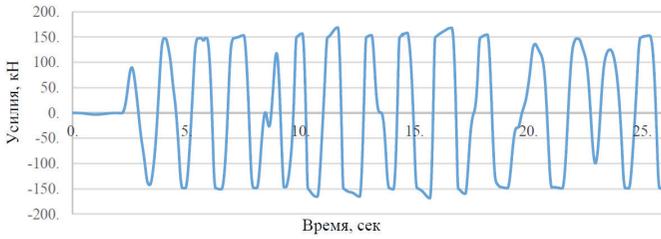
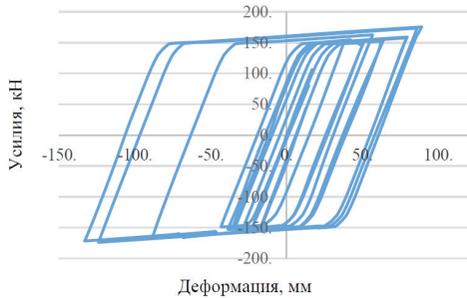


Рис. 5. Напряжения в наиболее нагруженной тяге подвески по результатам расчетов в ANSYS на основании данных о перемещениях и усилиях из SCAD Office



а



б

Изменение усилий в УПД: а – во времени; б – в зависимости от деформаций

Оценка перемещений элементов системы «каркас – котел»

РТМ [6] устанавливает, что перемещения каркаса котла от расчетных нагрузок с учетом сеймики не должны превышать: для колонн на высоте H от уровня обреза фундамента – $H/400$; для главных (хребтовых) балок при двухопорном опирании – $L/400$ (для вертикального и горизонтального направлений). Оценка соответствия допустимым величинам максимальных относительных горизонтальных перемещений верхних точек колонн каркаса, на которые опирается потолочное перекрытие, полученных по результатам расчета в программном комплексе *SCAD Office*, представлена в табл. 1; для хребтовой балки оценка перемещений вертикальных и горизонтальных перемещений приведена в табл. 2.

Таблица 1

Максимальные относительные перемещения верхних точек колонн каркаса

Относительные перемещения верха, мм		Максимальное перемещение, мм	Отметка верха	Допустимое перемещение, мм
по оси X	по оси Y			
56.183	-13.297	57.74	+28.320	70.8

Таблица 2

Максимальные относительные перемещения хребтовой балки

Направление перемещений	Максимальное относительное перемещение, мм	Длина балки, мм	Допустимое перемещение, мм
Вертикальное	19.01	16 000	40
Горизонтальное	12.06	16 000	40



В соответствии с конструктивными особенностями крепления котла к каркасу его максимальные допустимые перемещения в горизонтальных направлениях составляют 118 и 365 мм. Оценка соответствия перемещений производится по величинам относительного смещения консольных концов УПД, представленным в табл. 3.

Таблица 3

Максимальные (по модулю) усилия и деформации в УПД

Номер УПД	Деформация, мм	Усилие в УПД, кН	Допустимая деформация, мм
1	133.685	174.874	365
2	104.060	169.010	118
3	133.185	175.412	365
4	101.902	176.561	118

Оценка прочности элементов подвесной системы котла

Прочность элементов подвесной системы котла на действие КЗ определяется соответствием напряжений, возникающих в их элементах (тяги, резьба, валики, щеки), допустимым величинам, а также допустимой деформацией пружинных блоков. Виды нормируемых напряжений указаны в [4, 5]. Поскольку формулы, приведенные в [4, 5], обеспечивают излишнюю консервативность расчетов, проверка максимально нагруженных подвесок котла (по данным из программного комплекса *SCAD Office* о перемещениях и растягивающих усилиях в тягах) производится путем уточненного численного моделирования подвесок в программном комплексе *ANSYS* (рис. 5 цв. вклейки). Например, суммарные приведенные напряжения в тяге наиболее нагруженной подвески составили 238.29 МПа (допустимый параметр – 292.6 МПа); коэффициент использования – 0.814, что говорит о соответствии ее критерию прочности.

Выводы:

1. В настоящей статье представлен инженерный метод оценки сейсмостойкости сложной механической системы «каркас – котел». Все предложенные критериальные оценки могут быть выполнены по результатам физически нелинейного динамического расчета в программном комплексе *SCAD Office* с применением положений как традиционных строительных норм и правил, так и руководящих технических документов на проектирование котлоагрегатов.

2. В статье приводятся результаты расчета системы «каркас – котел» на КЗ, которые позволяют сделать вывод об обеспечении общей устойчивости всей системы вследствие обеспечения устойчивости ее отдельных элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах : актуализированная редакция СНиП II-7-81* : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 мая 2018 г. № 309/пр : дата введения : 2018-11-25. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550565571?ysclid=lc5xemxzac941564753>. – Текст : электронный.
2. СП 16.13330.2017. Металлические конструкции : актуализированная редакция СНиП II-23-81* : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 126/пр : дата введения 2017-08-28. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456069588?ysclid=lc5xq86xe3814081166>. – Текст : электронный.



3. СП 294.1325800.2017. Конструкции стальные. Правила проектирования : утверждено Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31 мая 2017 г. № 828/пр : дата введения 2017-12-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456088764?ysclid=lc5z2evpzo339827684>. – Текст : электронный.
4. РД 10-249-98. Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды : утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 25.08.1998 № 50 : дата введения 2001-09-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200021653?ysclid=lc5z4ev7lp935867200>. – Текст : электронный.
5. РТМ 108.031.114-85. Котлы паровые стационарные. Нормы расчета на прочность при сейсмическом воздействии.
6. РТМ 108.031.09-83. Каркасы стальные паровых стационарных котлов. Нормы расчета на прочность : утвержден и введен в действие указанием Министерства энергетического машиностроения от 18.02.83 N ВВ-002/1333 : дата введения 1983-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200062838?ysclid=lc61avau45436838516>. – Текст : электронный.
7. Research and Development of Viscous Fluid Dampers for Improvement of Seismic Resistance of Thermal Power Plants: Part 2 – Evaluation of Lifetime / Kiyoshi Aida, Keisuke Minagawa, Go Tanaka, Satoshi Fujita // ASME 2017 : Fluid Engineering Division Summer Meeting, (Hawaii, USA). – Hawaii, 2017. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/189146624.pdf>. – Текст : электронный.
8. Разработка и экспериментальная отработка энергопоглотителей для сейсмостойких котлов : договор № 924-88 от 01.12.88 : отчет № 246110/0-14960 / НПО ЦКТИ, 1991.
9. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ : [Принят Государственной Думой 23 декабря 2009 года : одобрен Советом Федерации от 25 декабря 2009 года] : последняя редакция. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/?ysclid=lc635io0a467404727. – Текст : электронный.
10. Карпиловский, В. С. SCAD Office. Версия 21. Вычислительный комплекс SCAD ++ / В. С. Карпиловский, Э. З. Криксунов, А. А. Маляренко [и др.]. – Москва : Издательство СКАД СОФТ, 2019. – 979 с.
11. Хазов, П. А. Динамика строительных конструкций при экстремальных природных воздействиях: колебания, прочность, ресурс: монография / П. А. Хазов, Д. А. Кожанов, А. М. Анущенко, А. А. Сатанов ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2022. – 96 с. – ISBN 978-5-528-00475-4.

ANUSCHENKO Aleksandr Mikhaylovich, senior engineer, KULTSEP Aleksandr Vladimirovich, Doctor of engineering (PhD), SCHUKIN Aleksandr Yurevich, deputy director

ENGINEERING APPROACH TO THE ASSESSMENT OF SEISMIC RESISTANCE OF THE "FRAME – BOILER" SYSTEMS USING ELEMENTS OF PASSIVE SEISMIC PROTECTION DURING A CONTROL EARTHQUAKE

JSC TsKTI-VIBROSEYSM

9, Gzhatskaya St., Saint-Petersburg, 195220, Russia. Tel.: +7 (812) 327-85-99; e-mail: cvc@cvs.spb.ru

Key words: frame-boiler system, seismic load, physical nonlinearity, elastic-plastic damper, control earthquake.

It is impossible to assess seismic resistance of complex "frame-boiler" structural systems using standard building rules. By the example of calculating a steel frame for a suspended type steam boiler for a control 7-point earthquake on the MSK-64 scale, this article considers an engineering approach to solve the problem by assessing stability of individual subsystems using not only the building codes but also technical materials and design documents of boilers.



REFERENCES

1. SP 14.13330.2018. Stroitelstvo v seismicheskikh rayonakh [Construction in seismic areas]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIIP II-7-81*: utverzhdyon prikazom Min-va stroit. i zhilishchno-kommun. khozyaystva RF ot 24 maya 2018 g. № 309/pr : data vved. : 2018-11-25. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550565571?ysclid=lc5xemxzac941564753>.
2. SP 16.13330.2017. Metallicheskie konstruksii [Metal structures]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIIP II-23-81*: utverzhdyon prikazom Min-va stroit. i zhilishchno-kommun. khozyaystva RF ot 27 fevralya 2017 g. № 126/pr : data vved. : 2017-08-28. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456069588?ysclid=lc5xq86xe3814081166>.
3. SP 294.1325800.2017. Konstruksii stalnye. Pravila proektirovaniya [Steel structures. Design rules]: utverzhdyon prikazom Min-va stroit. i zhilishchno-kommun. khozyaystva RF ot 31 maya 2017 g. № 828/pr : data vved. : 2017-12-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456088764?ysclid=lc5z2evpzo339827684>.
4. RD 10-249-98. Normy raschyota na prochnost statsionarnykh kotlov i truboprovodov para i goryachey vody [Norms for calculating the strength of stationary boilers and pipelines of steam and hot water]: utverzhd. postanovleniem Gosgortekhnadzora Rossii ot 25.08.1998 № 50 : data vved. 2001-09-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200021653?ysclid=lc5z4ev7lp935867200>.
5. RTM 108.031.114-85. Kotly parovye statsionarnye. Normy raschyota na prochnost pri seismicheskom vozdeystvii [Stationary steam boilers. Norms of calculation for strength under seismic impact].
6. RTM 108.031.09-83. Karkasy stalnye parovykh statsionarnykh kotlov. Normy raschyota na prochnost [Frameworks of steel steam stationary boilers. Norms for calculating strength]: utverzhd. i vved. v deysvie ukazaniem Min-va energetich. mashinostroeniya ot 18.02.83 № BB-002/1333 : data vved. 1983-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200062838?ysclid=lc61avau45436838516>.
7. Kiyoshi Aida, Keisuke Minagawa, Go Tanaka, Satoshi Fujita. Research and development of viscous fluid dampers for improvement of seismic resistance of thermal power plants. Part 2. Evaluation of lifetime. Proceedings of the ASME 2017 : Fluid Engineering Division Summer Meeting, (Hawaii, USA). – Hawaii, 2017. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/189146624.pdf>.
8. Razrabotka i eksperimentalnaya otrabotka energopoglotiteley dlya seymstoykikh kotlov [Development and experimental testing of energy absorbers for earthquake-resistant boilers]: dogovor № 924-88 ot 01.12.88, otchyot № 246110/0-14960, NPO TsKTI, 1991.
9. Tekhnicheskiiy reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy [Technical regulation on the safety of buildings and structures]. Federalny zakon ot 30 dekabrya 2009 g. № 384-FZ. : Prinyat Gos. Dumoy 23 dekabrya 2009 g. : odobren Sovetom Federatsii ot 25 dekabrya 2009 g. : poslednyaya redaktsiya. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/?ysclid=lc635io0a467404727.
10. Karpilovsky V. S., Kriksunov E. Z., Malyarenko A. A., [et al]. SCAD Office. Versiya 21. Vychislitelnyy kompleks SCAD ++ [SCAD Office. Version 21. Computer system SCAD ++]. – Moscow : Izdatelstvo SKAD SOFT, 2019. – 979 p.
11. Khazov P. A., Kozhanov D. A., Anuschenko A. M., Satanov A. A. Dinamika stroitelnykh konstruksiy pri ekstremalnykh prirodnykh vozdeystviyakh: kolebaniya, prochnost, resurs [Dynamics of building structures under extreme natural impacts: vibrations, strength, lifetime]: monografiya; Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2022. – 96 p. ISBN 978-5-528-00475-4.

© А. М. Анущенко, А. В. Кульцеп, А. Ю. Щукин, 2023

Получено: 29.10.2022 г.



УДК 624.072.2:539.3

Б. Б. ЛАМПСИ, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой теории сооружений и технической механики; **Ю. Д. МАРКИНА**, асс. кафедры теории сооружения и технической механики; **П. А. ХАЗОВ**, канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики, зав. лабораторией непрерывного контроля технического состояния зданий и сооружений

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ ПОДКРАНОВО-ПОДСТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ (ППФ) НА ПОДАТЛИВОСТЬ ЕЗДОВОГО ПОЯСА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96;
эл. почта: tstm@nngasu.ru, lampsi@yandex.ru, poluektoff@bk.ru, khazov.nngasu@mail.ru
Ключевые слова: подкраново-подстропильная ферма (ППФ), упругие опоры, угловая податливость, линейная податливость, жесткость, ездовой пояс, жесткость упругих опор.

Представлены результаты анализа влияния на угловую и линейную податливость ездового пояса ППФ соотношения высоты и длины ППФ, а также жесткости узловых соединений на напряжения в ездовом поясе. Проанализирована целесообразность выполнения нелинейного расчета при нелинейной работе отдельных зон ездового пояса ППФ.

Введение

Подкраново-подстропильные фермы (ППФ) используются в цехах черной металлургии, на судостроительных заводах и других большепролетных зданиях с поперечным расположением кранов в уровне покрытия. Тяжелые условия работы предприятий и большая грузоподъемность кранов обуславливают значительные размеры ППФ, особенно их ездовых поясов прямоугольного замкнутого сечения, ширина которых составляет 2–3 м.

Стержневая модель ППФ представляет собой плоскую систему. При этом ППФ воспринимает большие нагрузки, действующие из плоскости, следовательно, все же является пространственной конструкцией. Узлы соединения решетки с нижним поясом обладают в плоскости системы большей изгибной жесткостью, чем сами элементы решетки [1]. Поэтому в отличие от классической фермы все стержни ППФ испытывают изгиб в ее плоскости. При максимальном нагружении пролета ППФ наблюдается образование пластических деформаций именно в присоединяемых элементах (в стойке и раскосах), а не в самом узле [2]. Таким образом, крепление системы решетки к ездовому поясу нельзя считать шарнирным. Элементы решетки вовлекаются в пространственную работу ездового пояса, испытывая изгиб из плоскости и кручение, оказывая поддерживающее влияние для ездового пояса.

В данной статье представлены результаты анализа влияния на угловую и линейную податливость ездового пояса ППФ, соотношения высоты ППФ и длины ее пролета, результаты анализа влияния жесткости узловых соединений на напряжения в ездовом поясе. Проанализирована целесообразность выполнения нелинейного расчета при нелинейной работе отдельных зон ездового пояса ППФ.

Методы исследования

Для исследования влияния высоты ППФ на податливость ездового пояса выбрана плоская расчетная схема с жестким соединением стержней в узлах и с учетом эксцентриситета крепления решетки. Обоснование выбранной модели при-

ведено в [3].

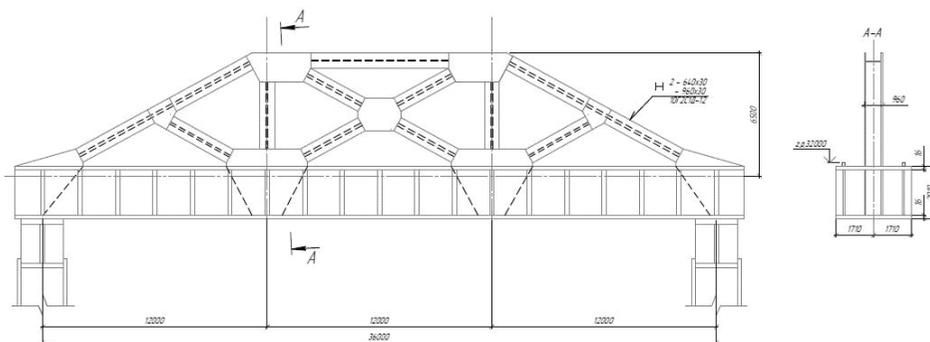
Объекты исследования – 4 ППФ:

1) пролетом 36 м, высотой 6,5 м, ездовой пояс 3×2 м, элементы решетки 0,64×0,96×0,03 м (рис. 1а);

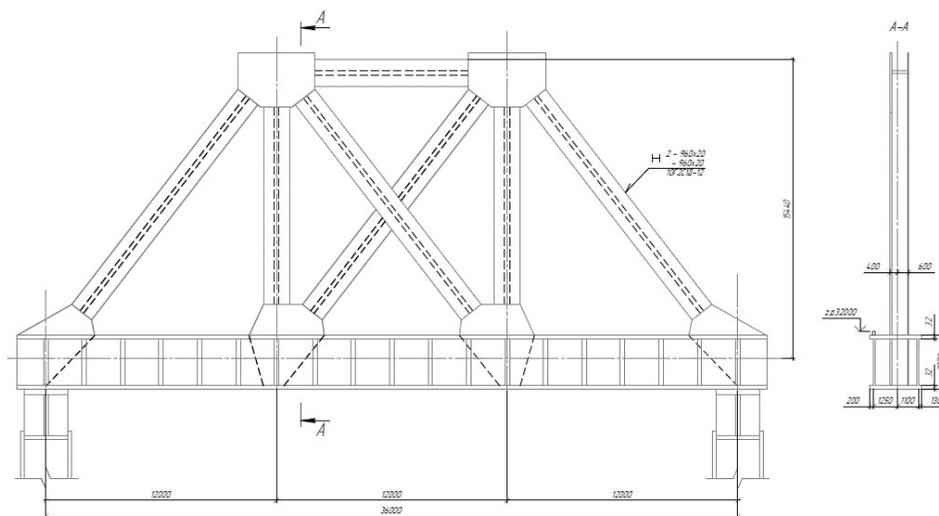
2) пролетом 36 м, высотой 15,44 м, ездовой пояс 2,35×2,7 м, элементы решетки 0,96×0,96×0,02 м (рис. 1б);

3) пролетом 48 м, высотой 13 м, ездовой пояс 2,75×2,7 м, элементы решетки 0,75×0,03×0,63×0,02 м (рис. 1в);

4) пролетом 9 м, высотой 3,3 м, ездовой пояс 0,9×0,7 м, элементы решетки 0,12×0,18×0,006 м (рис. 1г).



а



б

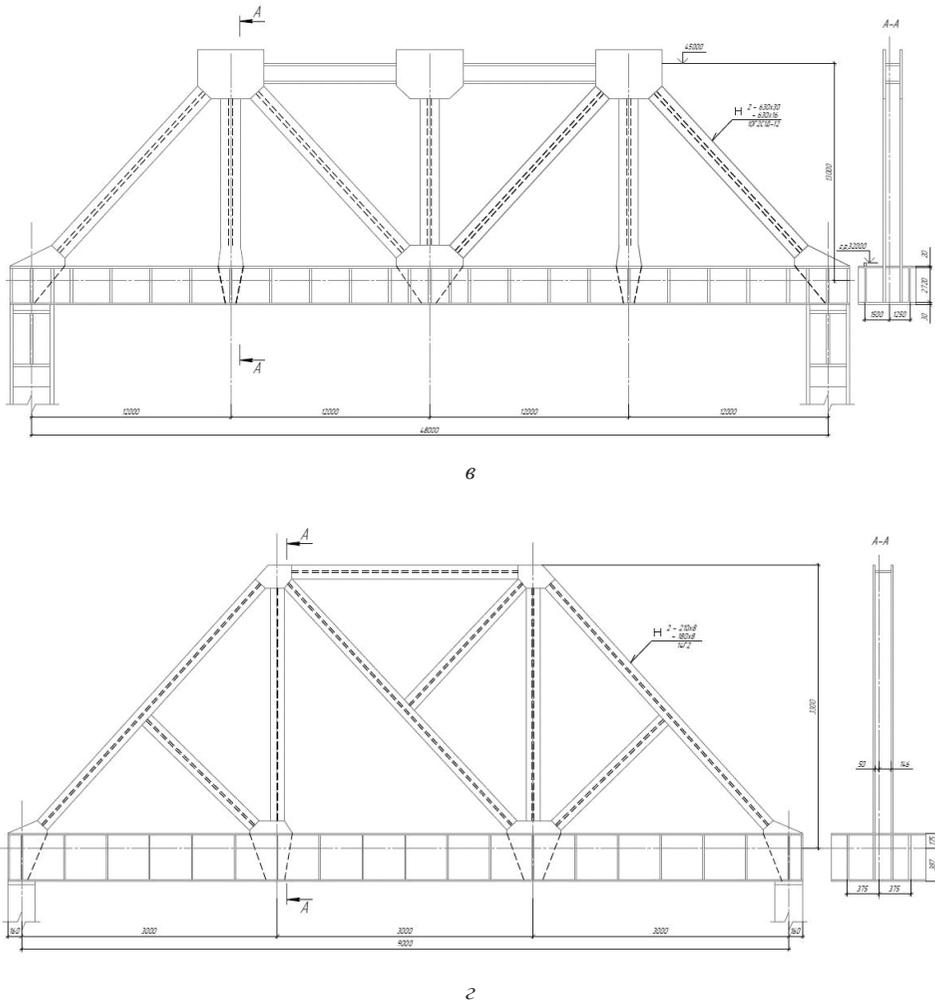


Рис. 1. Объекты исследования влияния высоты ППФ на податливость ездового пояса: а – ППФ пролетом 36 м, высотой 6,5 м; б – ППФ пролетом 36 м, высотой 15,44 м; в – ППФ пролетом 48 м, высотой 13 м; з – ППФ пролетом 9 м, высотой 3,3 м; (H – двутавр)

Высота каждой ППФ последовательно снижалась в 5 этапов таким образом, чтобы отношение высоты фермы к длине пролета h/l уменьшилось от 0,5 до 0,1. В каждом случае в исследуемый узел ездового пояса прикладывалась единичная нагрузка для получения перемещения. Рассмотрены варианты приложения нагрузки в трех направлениях: линейная в плоскости ППФ, линейная из плоскости, крутящий момент. В итоге изучено по 15 расчетных схем для каждой из 4 ППФ. Также для вычленения жесткости решетки из общей жесткости ППФ определены перемещения от единичных нагрузок в трех направлениях 4 балок сечением и пролетом, идентичными ездовым поясам соответствующих ППФ. Методика определения жесткости решетки приведена в [3].

Для исследования влияния жесткости узловых соединений на напряжения в ездовом поясе выбраны 2 пространственные расчетные схемы ППФ с пластинча-

**К СТАТЬЕ Б. Б. ЛАМПСИ, Ю. Д. МАРКИНОЙ, П.А. ХАЗОВА
«ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ ПОДКРАНОВО-ПОДСТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ
(ППФ) НА ПОДАТЛИВОСТЬ ЕЗДОВОГО ПОЯСА»**

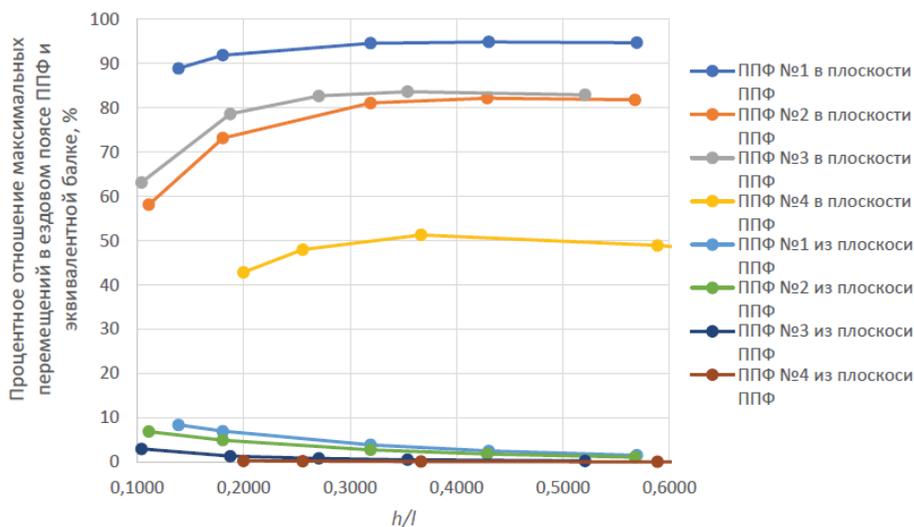


Рис. 1. Снижение отношения линейных перемещений в ездовом поясе ППФ и эквивалентной балке в зависимости от высоты ППФ

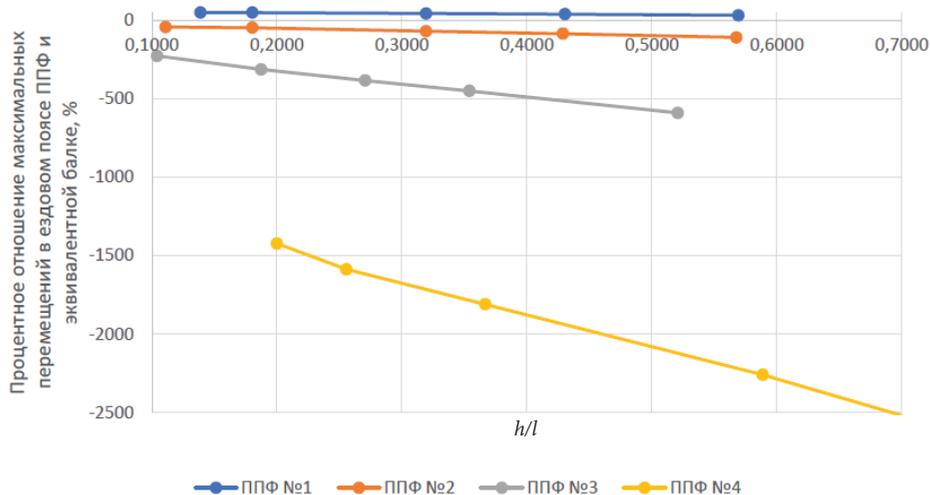


Рис. 2. Снижение отношения угловых перемещений в ездовом поясе ППФ и эквивалентной балке в зависимости от высоты ППФ

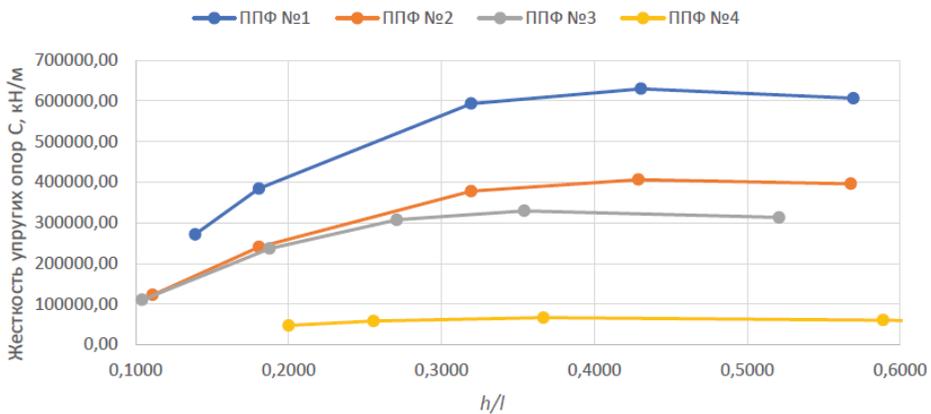


Рис. 3. Влияние высоты ППФ на линейную податливость ездового пояса в плоскости ППФ

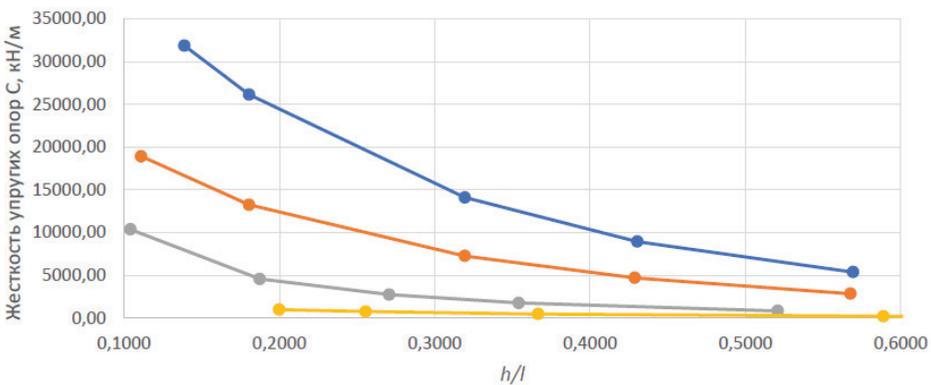


Рис. 4. Влияние высоты ППФ на линейную податливость ездового пояса из плоскости ППФ

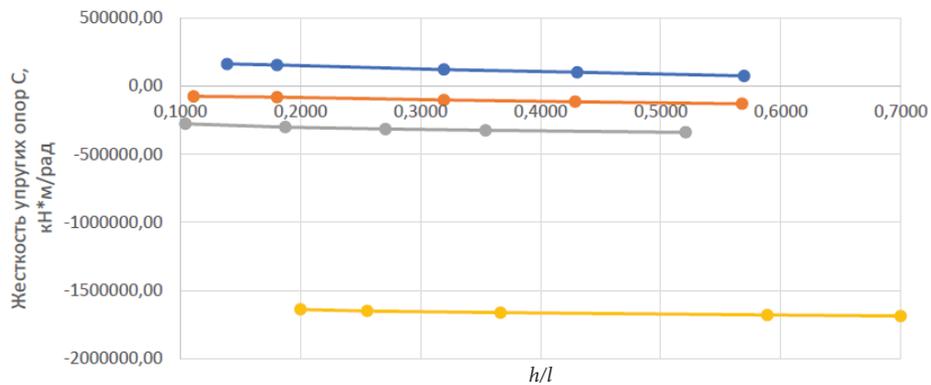


Рис. 5. Влияние высоты ППФ на угловую податливость ездового пояса

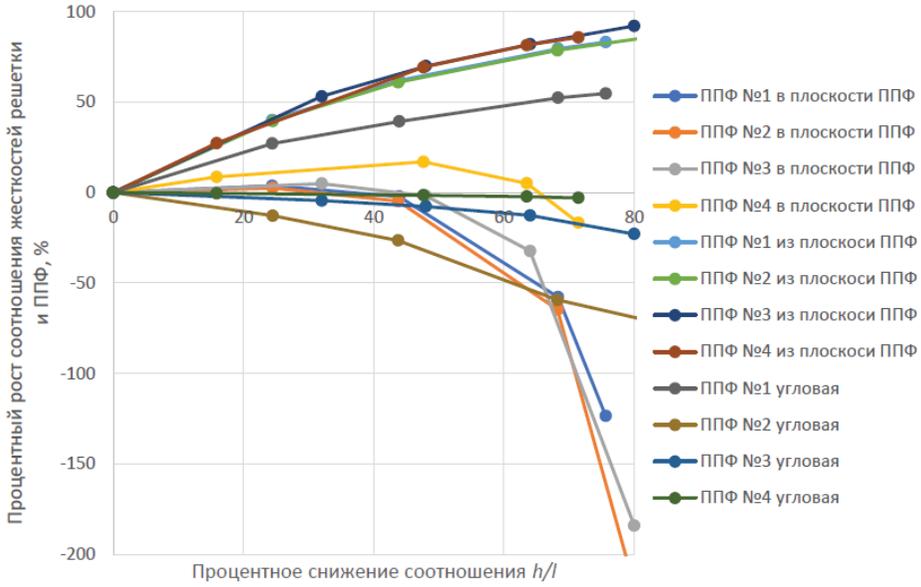


Рис. 6. Зависимость жесткости решетки от высоты ППФ

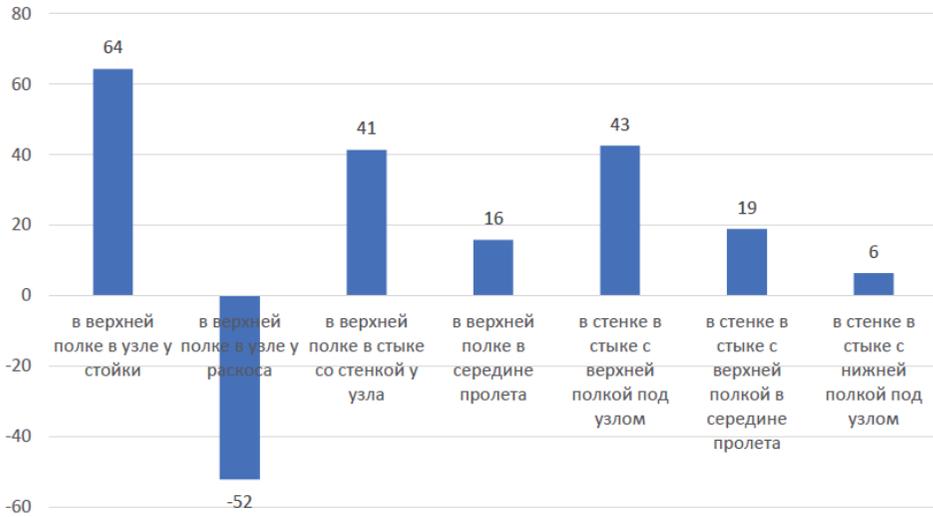


Рис. 7. Снижение уровня напряжений в эдовом поясе ППФ при учете жесткости крепления решетки, %

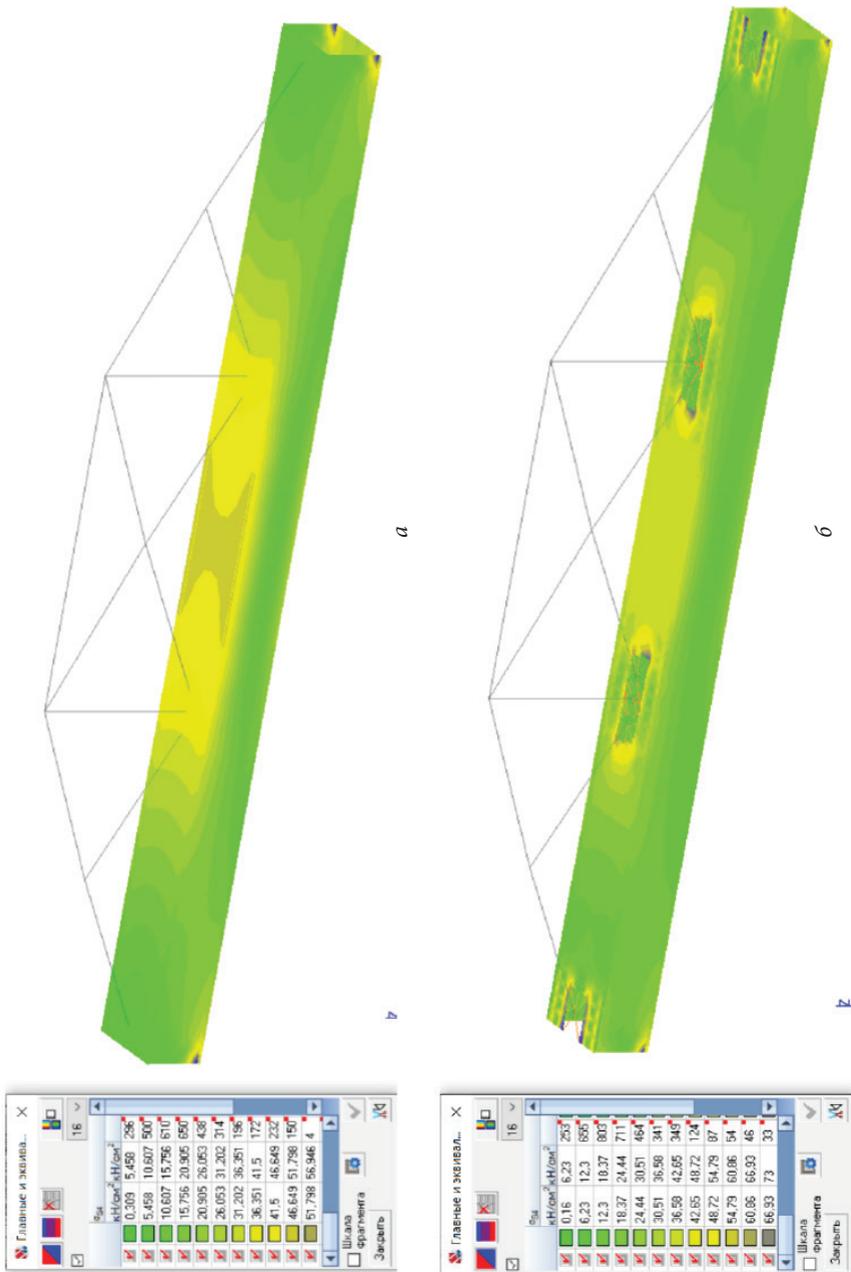


Рис. 8. Эквивалентное напряжение нижнего пояса ППФ (2 крана I80+63/20-33,5-36-3-220 7К):
 а – при шарнирном; б – при жестком креплении элементов решетки

тым ездовым поясом при учете подкрепляющих и соединительных узловых элементов. Размер сетки конечных элементов определен методом итераций и принят 0,25 м. В первой расчетной схеме стержневые элементы решетки примыкают к нижнему поясу ППФ шарнирно (рис. 2а), во второй – жестко (рис. 2б). Жесткое крепление решетки к поясу выполнено с помощью абсолютно твердых тел. Их использование обусловлено особенностью стыковки конечных элементов различной размерности [4].

Объект исследования – продольная ППФ пролетом 36 м (рис. 1а), расположенная в литейном цехе металлургического предприятия. Все нагрузки заданы в соответствии с [5]. Крановая нагрузка задана от двух двухбалочных мостовых кранов режима работы 7К. Грузоподъемность кранов в 4 шага увеличена от 100 до 225 т. Так как в некоторых зонах ездового пояса напряжение превышает предел упругости, произведен нелинейный расчет.

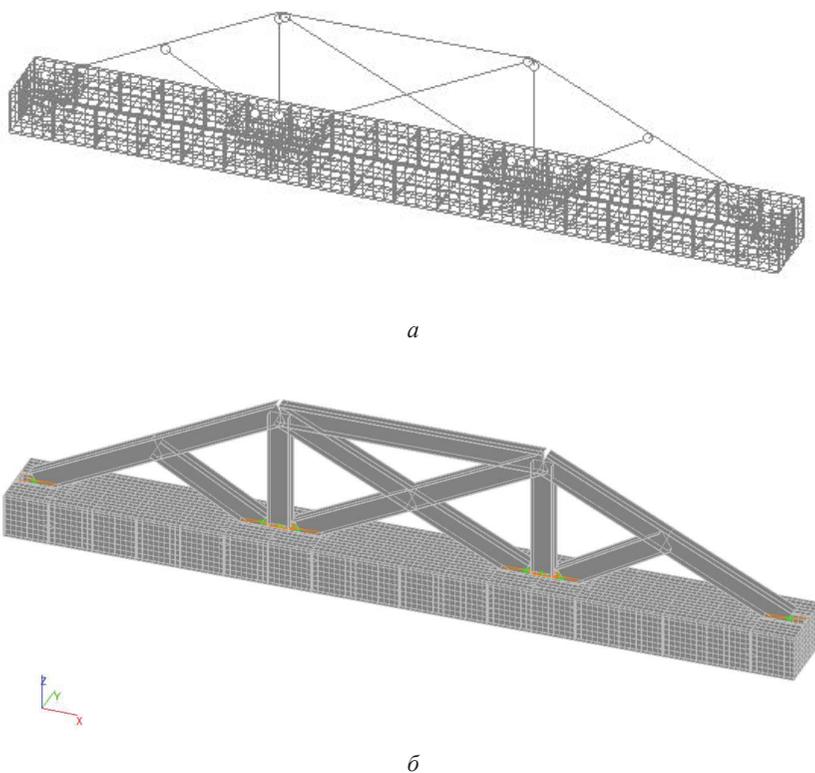


Рис. 2. Расчетные схемы ППФ: а – с шарнирным примыканием элементов решетки к нижнему поясу ППФ; б – с жестким примыканием элементов решетки к нижнему поясу ППФ

Результаты

Результаты анализа влияния на податливость ездового пояса высоты ППФ приведены на рис. 1–6 цв. вклейки.

Результаты анализа влияния жесткости узловых соединений на напряжения в ездовом поясе приведены в таблице и на рис. 7–8 цв. вклейки.

**Напряжение в нижнем поясе ППФ при жестком и шарнирном примыкании элементов решетки**

Грузопод. кранов	Эквивалентное напряжение $\sigma_{E4} = \sigma_{S4}$ средний слой, кН/см ²					
	верхняя полка в узле у стойки		верхняя полка в узле у раскоса		верхняя полка стык со стенкой у узла	
	жестк.	шарн.	жестк.	шарн.	жестк.	шарн.
2×100	10	28	35	23	17,5	29,8
2×140	13,8	34,8	42	28,7	20,2	34,4
2×180	16	38,4	49,4	33,3	23,5	41,4
2×225	18,9	44,1	58,3	39,7	27,8	45,4
	верхняя полка в середине пролета		стенка стык с верхней полкой у узла		стенка стык с в.п. середина пролета	
	жестк.	шарн.	жестк.	шарн.	жестк.	шарн.
2×100	28,4	33,7	13,9	24,2	22,8	28,1
2×140	34,1	40,4	16,7	29	27,4	33,7
2×180	39,6	46,9	19,4	33,7	31,8	39
2×225	46,8	56,1	24,9	40,1	37,6	46,5

Выводы:

1. Включение в работу ездового пояса элементов решетки не оказывает существенного влияния на линейную податливость ездового пояса из плоскости ППФ. Снижение отношения максимальных перемещений в ездовом поясе и эквивалентной балке составляет от 0,2 до 0,8 % в зависимости от характеристик ППФ.

Учет в работе ездового пояса элементов решетки значительно влияет на линейную податливость ездового пояса в плоскости ППФ. Снижение отношения максимальных перемещений в ездовом поясе и эквивалентной балке составляет от 40 до 100 % в зависимости от характеристик ППФ.

На угловую податливость ездового пояса учет элементов решетки оказывает наибольшее, чаще отрицательное влияние. Снижение отношения максимальных перемещений в ездовом поясе и эквивалентной балке составляет от –2500 до +50 % в зависимости от характеристик ППФ.

2. При увеличении отношения высоты ППФ к ее пролету h/l линейная податливость ездового пояса в плоскости ППФ снижается, линейная податливость ездового пояса из плоскости ППФ возрастает. На тип зависимости угловой податливости влияют геометрические характеристики ППФ.

3. Учет жесткости сопряжения элементов решетки с ездовым поясом может привести к:

- снижению максимального прогиба ППФ до 20 %;
- снижению напряжений в верхней полке ездового пояса в зоне сопряжения со стенкой до 41 %;
- снижению напряжений в верхней полке ездового пояса в середине пролета до 16 %;
- снижению напряжений в стенке ездового пояса в узле в зоне сопряжения с верхней полкой до 42 %, с нижней полкой – до 6 %;
- снижению напряжений в стенке ездового пояса в середине пролета на 19 %;
- значительному перераспределению усилий в верхней полке ездового пояса в узле примыкания элементов решетки.



Исследования влияния жесткости узловых соединений на напряжения в ездовом поясе носит теоретический характер, т. к. в моделях с пластинчатым ездовым поясом и стержневой решеткой при жестком креплении элементов решетки работа конструкции уподобляется многопролетной балке, а при шарнирном креплении элементов – однопролетной балке длиной, соответствующей пролету ППФ [3]. При этом проведенное исследование наглядно показывает необходимость корректного учета работы решетки для обеспечения точности расчета ездового пояса.

4. Выполнение нелинейного расчета нецелесообразно, т. к. нелинейная работа отдельных зон ездового пояса ППФ не вносит значительных изменений в работу всей конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лампси, Б. Б. Оценка влияния особенностей конструкции и нагрузки на напряженное состояние и прочность ездовых поясов систем типа подкраново-подстропильных ферм : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.23.01, 01.02.03 / Лампси Борис Борисович ; Горьковский ордена трудового красного знамени инженерно-строительный институт им. В. П. Чкалова. – Горький, 1983. – 220 с.

2. Еремин, К. И. Напряженно-деформированное состояние узлов подкраново-подстропильных ферм / К. И. Еремин, С. Н. Шульга // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 4. – С. 52–54.

3. Лампси, Б. Б., Хазов П. А., Маркина Ю. Д., Бриккель Д. М. Влияние жесткости элементов решетки на податливость ездового пояса подкраново-подстропильной фермы (ППФ) / Б. Б. Лампси, П. А. Хазов, Ю. Д. Маркина, Д. М. Бриккель // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 2. – С. 29–37.

4. Перельмутер, А. В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва [и др.] : Изд-во СКАД Софт [и др.], 2011. – 709 с. : ил., табл. – ISBN 978-5-903683-12-3.

5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия : актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Москва : Минстрой России, 2016. – 80 с.

LAMPSI Boris Borisovich, candidate of technical sciences, associate professor, holder of the chair of theory of structures and technical mechanics; MARKINA Yuliya Dmitrievna, assistant of the chair of theory of structures and technical mechanics; KHAZOV Pavel Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics, head of the laboratory for continuous monitoring of the technical condition of buildings and structures

THE INFLUENCE OF THE HEIGHT OF A CRANE-SUB-TRUSS (PPF) ON THE PLIABILITY OF THE RIDING BELT

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96;

e-mail: tstm@nngasu.ru, lampsi@yandex.ru, poluektoff@bk.ru, khazov.nngasu@mail.ru

Key words: crane-sub-truss, PPF, elastic supports, angular compliance, linear compliance, stiffness, riding belt, stiffness of elastic supports.

The article presents the results of analysis of the influence of the ratio of the height of the PPF and its length on the angular and linear compliance of the PPF riding belt, as well as that of the stiffness of the nodal joints on the stresses in the driving belt. The expediency of performing a nonlinear calculation for the nonlinear operation of individual zones of the PPF driving belt is analyzed.



REFERENCES

1. Lamps B. B. Otsenka vliyaniya osobennostey konstruktssii i nagruzki na napryazhyonnoe sostoyanie i prochnost ezdovykh poyasov sistem tipa podkranovo-podstropilnykh ferm [Assessment of the influence of the design features and load on the stress state and strength of the riding belts of the systems such as crane-sub-trusses]: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.01. 01.02.03 / Gorkovskiy ordena trudovogo krasnogo znameniy inzhenerno-stroitelnyy institut im. V. P. Chkalova. Gorky, 1983. – 220 p.
2. Eryomin K. I., Shulga S. N. Napryazhyonno-deformirovannoye sostoyaniye uzlov podkranovo-podstropilnykh ferm [The stress-strain state of sub-assemblies of crane-sub-trusses] // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo [Industrial and Civil Engineering]. – 2012. – № 4. – P. 52–54.
3. Lamps B. B., Khazov P. A., Markina Yu. D., Brikkel D. M. Vliyaniye zhyostkosti elementov reshyotki na podatlivost ezdovogo poyasa podkranovo-podstropilnoy fermy (PPF) [The effect of the rigidity of the grid elements on the pliability of the crane-sub-truss riding belt (PPF)] // Privolzhskiy nauchnyy zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitekturo-stroitelnyy un-t. – Nizhny Novgorod, 2022. – № 2. – P. 29–37.
4. Perelmuter A. V., Slivker V. I. Raschyotnyye modeli sooruzheniy i vozmozhnost ikh analiza [Design models of structures and the possibility of their analysis]. – Izd. 4-e, pererab. i dop. Moscow: Izd-vo SKAD Soft, 2011. – 709 p. : il., tabl. – ISBN 978-5-903683-12-3.
5. SP 20.13330.2016 Nagruzki i vozdeystviya [Nagruzki i vozdeystviya]: aktualizirivannaya redaktsiya SNiP 2.01.07-85*. – Moscow: Minstroy Rossii, 2016. – 80 p.

© Б. Б. Лампси, Ю. Д. Маркина, П. А. Хазов, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК 624.046

П. А. ХАЗОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики, зав. лабораторией непрерывного контроля технического состояния зданий и сооружений; **Е. А. ЧИБАКОВА**, студент; **Г. А. КАЛИНИНА**, студент; **А. П. ПОМАЗОВ**, аспирант кафедры теории сооружений и технической механики, ассистент кафедры строительных конструкций

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НОРМАТИВНЫХ МЕТОДИК РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96, +7 (951) 919-0-919;
эл. почта: khazov.nngasu@mail.ru

Ключевые слова: центрально-сжатый стержень, стальная труба, устойчивость, коэффициент продольного изгиба.

Приведены результаты испытаний круглых стальных труб различных длин и сечений на центральное сжатие. В результате потери устойчивости определены критические силы. По соотношениям критических сил выполнена оценка значений коэффициентов продольного изгиба. Выполнен расчет потери устойчивости по нормативной методике с учетом экспериментальных данных.

Введение

Результаты исследований в области прочности и устойчивости стальных труб и трубобетонных колонн различных расчетных длин и сечений содержат актуальные сведения о центрально-сжатых конструкциях [1–13]. Не менее значимой является тема исследований потери устойчивости, их численного и математического моделирования [7]. При этом актуальность экспериментального исследования не вызывает сомнений [4, 6, 7, 11, 13].

Стальные стрелы, работающие на центральное сжатие, находят широкое применение в строительной практике [2, 8, 9, 12]. Рассматриваемые элементы могут быть представлены как отдельными несущими конструкциями – колоннами металлических каркасов, так и составляющими систем – сжатыми стержнями рам, ферм, вантовых систем.

Нормативная методика позволяет произвести расчет критической силы, возникающей в стальном центрально-сжатом стержне в момент потери его устойчивости [14]. Однако достоверно оценить усилия и дать прогноз поведения стержня возможно только опытным путем. В связи с этим целью настоящей работы является оценка нормативных методик расчета потери устойчивости элементов стальных конструкций сквозного сечения при центральном сжатии.

Материалы и методы

Для изучения процесса потери устойчивости центрально-сжатых стержней из конструкционной стали марки 09Г2С были изготовлены образцы четырех видов: две трубы длиной 100 мм с сечениями 60×2 мм и 76×3 мм, две трубы длиной 700 мм с сечениями 60×2 мм и 76×3 мм (рис. 1).

Указанная производителем марка стали была подтверждена результатом испытания образца – разрушением с помощью пресса [13].

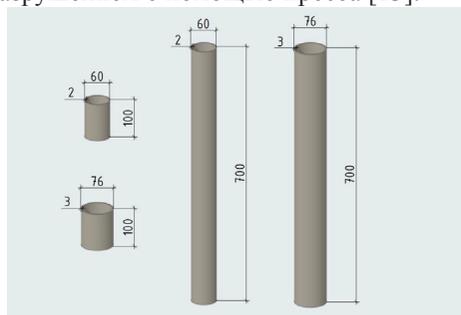


Рис. 1. Изготовленные стальные образцы

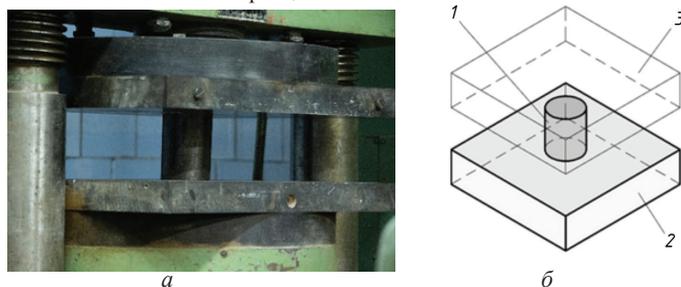


Рис. 2. Испытания образцов длиной 100 мм сечением 60×2 мм и 76×3 мм: *а* – общий вид экспериментальной установки; *б* – принципиальная схема экспериментальной установки: 1 – испытуемый образец; 2 – подвижная загрузающая пластина; 3 – неподвижная загрузающая пластина

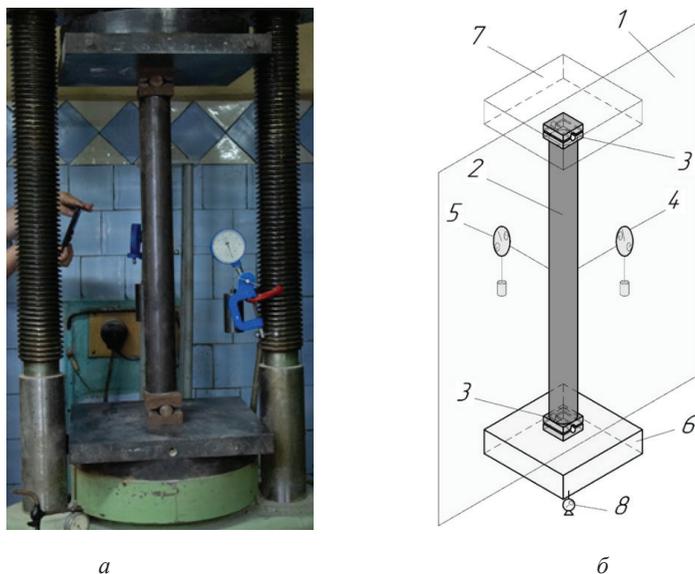


Рис. 3. Испытания образцов длиной 700 мм сечением 60×2 мм и 76×3 мм: *а* – общий вид экспериментальной установки; *б* – принципиальная схема экспериментальной установки: 1 – плоскость потери устойчивости; 2 – испытуемый образец; 3 – цилиндрический опорный шарнир; 4 – прогибомер в плоскости потери устойчивости; 5 – прогибомер из плоскости потери устойчивости; 6 – подвижная загрузающая пластина; 7 – неподвижная загрузающая пластина; 8 – индикатор для регистрации сближения пластин

Для определения коэффициентов устойчивости при центральном сжатии образцы доводились до критического напряжения с помощью прессы П-125 с максимальной сжимающей нагрузкой 1200 кН. Образцы длиной 100 мм были испытаны по схеме, представленной на рис. 2. Испытания труб длиной 700 мм производились при условиях закрепления «шарнир-шарнир», при этом расчетная длина образцов соответствовала расстоянию между центрами шарниров и составляла 770 мм (рис. 3).

Результаты исследования

В серии испытаний о достижении критического напряжения свидетельствовала потеря устойчивости стенки образца (рис. 4*а, б*) или выпучивание образца (рис. 4*в, г*).

Потеря устойчивости произошла при максимальной нагрузке для каждого из образцов соответственно: длиной 100 мм и сечением 60×2 – 119 кН, сечением 76×3 – 220 кН, длиной 700 мм и сечением 60×2 – 103 кН, сечением 76×3 – 205 кН. Марка стали также была подтверждена по результатам испытаний 2 образцов: марка соответствовала 09Г2С с условным пределом текучести 320 МПа [13].

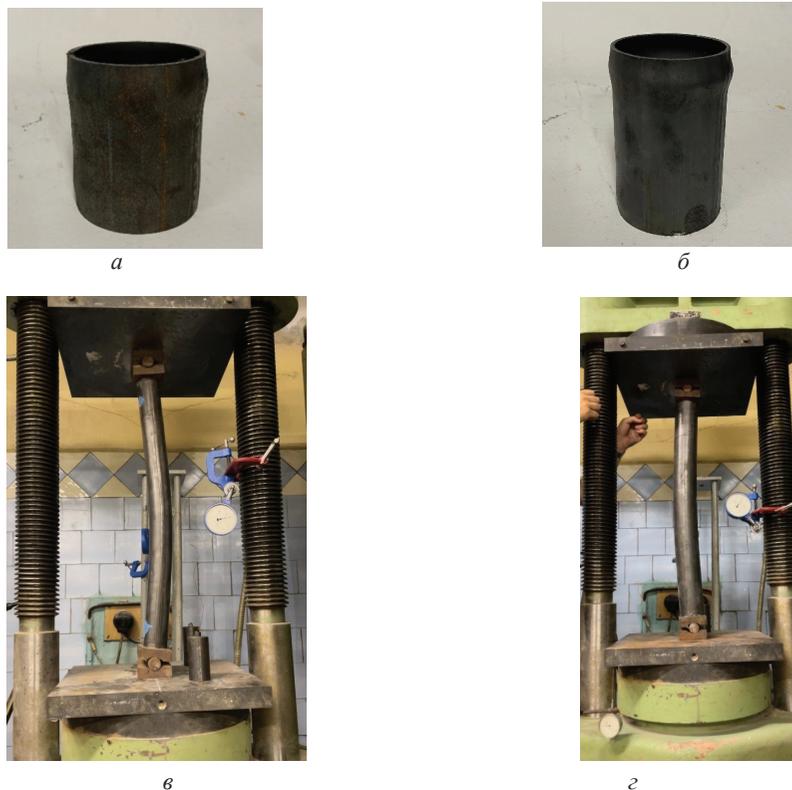


Рис. 4. Испытания образцов. Результаты достижения потери устойчивости: *а* – образцы длиной 100 мм сечением 60×2 мм; *б* – образцы длиной 100 мм сечением 76×3 мм; *в* – образцы длиной 700 мм сечением 60×2 мм; *г* – образцы длиной 700 мм сечением 76×3 мм

Процессы потери устойчивости образцами представлены на графиках (рис. 5–6). Экспериментально полученные показания критической силы занесены в таблицу.

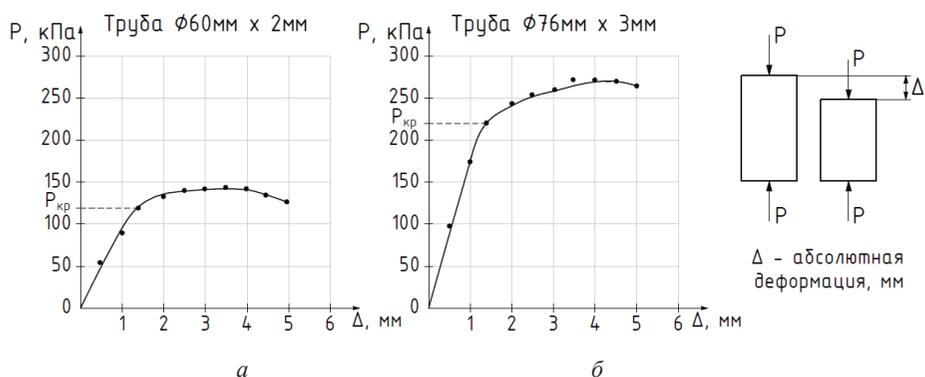


Рис. 5. Диаграммы продольного деформирования образцов длиной 100 мм: *а* – образец сечением 60×2 мм; *б* – образец сечением 76×3 мм

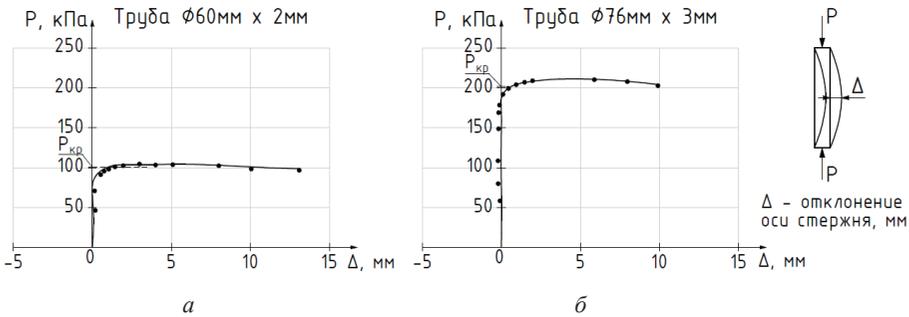


Рис. 6. Диаграммы потери устойчивости образцов с расчетной длиной 770 мм: *a* – образец сечением 60×2 мм; *б* – образец сечением 76×3 мм

Для дальнейших исследований выполнено сравнение полученных коэффициентов продольного изгиба с теоретическими характеристиками для полой стальной трубы, определенными по нормативным документам [14].

В соответствии с п. 7 [14] расчет элементов стальных конструкций сплошного и сквозного сечения с нормативным сопротивлением

$R_{yn} \leq 440 \text{ Н/мм}^2$ при центральной сжатии силой N следует выполнять по формуле:

$$\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \leq 1,$$

где A_n – площадь сечения нетто; R_y – расчетное сопротивление по пределу текучести; γ_c – коэффициент условий работы.

Расчет несущей способности образцов длиной 100 мм производится по формуле:

$$N \leq A_n R_y \gamma_c.$$

При расчете стальных конструкций на устойчивость I рода применяется формула:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \leq 1,$$

где φ – коэффициент продольного изгиба; A – площадь сечения брутто.

Таким образом, несущая способность образцов длиной 700 мм может быть определена по формуле:

$$N \leq \varphi A R_y \gamma_c.$$

Коэффициент продольного изгиба может быть получен как отношение:

$$\varphi = \frac{N_{cr}^{\varphi}}{N_{cr}}.$$

Результаты расчетов сведены в таблицу



Результаты расчетов

Сечение, мм	Несущая способность				Коэффициент продольного изгиба
	Эксперимент, кН СП 16.13330.2017, кН	Погрешность, %	Эксперимент, кН СП 16.13330.2017, кН	Погрешность, %	
	$L = 100$ мм		$L = 770$ мм		
60×2	$\frac{119}{116,616}$	2,003	$\frac{103}{108,341}$	4,923	$\frac{0,866}{0,929}$
76×3	$\frac{220}{220,163}$	0,070	$\frac{205}{209,87}$	2,320	$\frac{0,932}{0,953}$

Выводы

Значения несущей способности для коротких и длинных образцов, а также коэффициенты продольного изгиба совпадают с рассчитанными согласно нормативным методикам. Возникающая при этом погрешность, не превышающая 5 %, является удовлетворительной при проведении технических расчетов. Безопасность реальной конструкции гарантирована двумя факторами:

1. Запас по нагрузке. В эксперименте определяется фактическая предельная нагрузка, при которой разрушается центрально-сжатый элемент. При определении расчетной нагрузки согласно СП 20.13330 «Нагрузки и воздействия», ее нормативное значение (максимальная зафиксированная нагрузка за период наблюдений) умножается на коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f > 1$, что на практике говорит о недостижимости расчетного значения в процессе эксплуатации.

2. Запас по условиям работы. В эксперименте создавались идеальные шарнирные условия по концам стойки, что практически исключено в реальной практике проектирования центрально сжатых конструкций и их элементов. Например, наиболее приближенные к центрально сжатым элементы ферм в реальных конструкциях имеют ограниченную угловую податливость узлов, что приводит к уменьшению реальной расчетной длины и к увеличению несущей способности. Как правило, в расчетах это учитывается умножением расчетного сопротивления на коэффициент условий работы $\gamma_c < 1$, физический смысл которого сводится к нивелированию влияния упрощений и идеализации расчетной схемы. Именно таким упрощением в частности и является введение шарниров в узлы стержневых конструкций.

Итак, может быть сделан вывод, что современные методики расчета центрально-сжатых элементов согласовываются с данными экспериментов и гарантируют безопасную эксплуатацию строительных конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Cai, S. H. Modern Street Tube Confined Concrete Structures / S. H. Cai. – Shanghai : China Communication Press, 2003. – 358 p.
2. Белый, Г. И. К расчету на устойчивость стержневых элементов стальных конструкций / Г. И. Белый. – Текст : непосредственный // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – № 2 (37). – С. 44–48.
3. Белый, Г. И. Исследование прочности и устойчивости трубобетонных элементов



конструкций обратным численно-аналитическим методом / Г. И. Белый, А. А. Ведерникова. – Текст : непосредственный // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 2 (85). – С. 26–35.

4. Канищев, Р. А. Анализ местной устойчивости трубобетонных конструкций прямоугольного сечения / Р. А. Канищев. – Текст : непосредственный // Инженерно-строительный журнал. – 2016. – № 4 (64). – С. 59–68.

5. Кришан, А. Л. Новое конструктивное решение трубобетонных колонн / А. Л. Кришан. – Текст : непосредственный // Труды Международного форума по проблемам науки, техники и образования : в 2 томах / под редакцией В. П. Савиных, В. В. Вишневого. – Москва, 2006. – Том 2. – С. 81–84. – ISBN 5-93411-043-8. – (III тысячелетие – новый мир).

6. Оценка прочности и устойчивости композитных сталежелезобетонных элементов с совместным применением стержневых и твердотельных расчетных моделей / А. А. Лапшин, П. А. Хазов, Д. А. Кожанов, С. Ю. Лихачева. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2021. – № 3. – С. 9–16.

7. Устойчивость центрально-сжатых прямолинейных упругих стержней переменного сечения / С. Ю. Лихачева, Д. А. Кожанов, П. А. Хазов [и др.]. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 2 (54). – С. 15–23.

8. Макаров, А. А. Стальные конструкции балочной клетки : методические указания / А. А. Макаров, В. С. Ивкин. – Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2008. – 44 с.

9. Металлические конструкции. В 3 томах. Том 2. Стальные конструкции зданий и сооружений / под общей редакцией В. В. Кузнецова ; ЦНИИ проектстальконструкция им. Н. П. Мельникова. – Москва : АСВ, 1998. – 512 с : ил. – (Справочник проектировщика). – ISBN 5-87829-057-X ; ISBN 5-87829-081-2.

10. Овчинников, И. И. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 1. Опыт применения трубобетона с металлической оболочкой / И. И. Овчинников, И. Г. Овчинников, Г. В. Чесноков, Е. С. Михалдыкин. – Текст : электронный // Наукovedение : Интернет-журнал. – 2015. – Том 7, № 4. – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/95TVN415.pdf> (дата обращения: 11. 09. 2022).

11. Тамразян, А. Г. Испытание трубобетонных образцов малого диаметра с высоким коэффициентом армирования / А. Г. Тамразян, И. К. Манаенков. – Текст : непосредственный // Строительство и реконструкция. – 2017. – № 4 (72). – С. 57–62.

12. Трушин, С. И. Исследование устойчивости пространственной стальной конструкции покрытия в геометрически нелинейной постановке / С. И. Трушин, В. С. Парлашкевич, Т. А. Журавлева. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2010. – № 4-2. – С. 244–249.

13. Экспериментальное исследование прочности композитных трубобетонных образцов малогабаритных сечений / П. А. Хазов, В. И. Ерофеев, Д. М. Лобов, А. К. Ситникова. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 3. – С. 36–43.

14. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции : актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Изменениями № 1, 2, 3, с Поправкой) : дата введения 28.08.2017. – Москва : Стандартинформ, – 2022. – 148 с. – Текст : непосредственный.

KHAZOV Pavel Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics, head of the laboratory of continuous monitoring the technical condition of buildings and structures; CHIBAKOVA Ekaterina Anatolevna, student; KALININA Galina Aleksandrovna, student; POMAZOV Artyom Pavlovich, postgraduate student of the chair of theory of structures and technical mechanics, assistant of the chair of building structures

EXPERIMENTAL EVALUATION OF NORMATIVE METHODS FOR CALCULATION OF THE STABILITY OF CENTRALLY COMPRESSED RODS



Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Ijinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96,
+7 (951) 919-0-919; e-mail: khazov.nngasu@mail.ru
Key words: centrally compressed rod, steel pipe, stability, buckling coefficient.

The article presents the results of testing round steel pipes of different lengths and sections on central compression. As a result of the loss of stability, critical forces were determined. The values of the buckling coefficients were determined from the ratios of the critical forces. The stability loss was calculated according to the normative method, taking into account the experimental data.

REFERENCES

1. Cai S.-H. (2003). Modern Street Tube Confined Concrete Structures. Communication Press China. – 2003. – P. 358.
2. Bely G. I. K raschyotu na ustoychivost sterzhnevyykh elementov stalnykh konstruksiy [To the calculation of the stability of the rod elements of steel structures] // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov [Bulletin of Civil Engineers]. – 2013. – № 2 (37). – P. 44-48.
3. Bely G. I., Vedernikova A. A. Issledovanie prochnosti i ustoychivosti trubobetnykh elementov konstruksiy obratnym chislenno-analiticheskim metodom [The study of the strength and stability of pipe-concrete structural elements by the reverse numerical-analytical method] // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov [Bulletin of Civil Engineers]. – 2021. – № 2 (85). – P. 26–35.
4. Kanishev R. A. Analiz mestnoy ustoychivosti trubobetnykh konstruksiy pryamougolnogo secheniya [Analysis of local stability of pipe-concrete structures of rectangular section] // Inzhenerno-stroitelny zhurnal [Engineering and Construction Journal]. – 2016. № 4 (64). P. 59–68.
5. Krishan A. L. Novoe konstruktivnoe reshenie trubobetnykh kolonn [New constructive solution of pipe-concrete columns] // Trudy Mezhdunarodnogo foruma po problemam nauki, tekhniki i obrazovaniya [Proceedings of the international forum on problems of science, technology and education] : v 2 tomakh / pod red. V.P. Savinykh, V. V. Vishnevskogo. – Moscow, 2006. Vol. 2. – P. 81–84. – ISBN 5-93411-043-8. – (III tisyacheletie – novy mir).
6. Lapshin A. A., Khazov P. A., Kozhanov D. A., Likhachyova S. Yu. Otsenka prochnosti i ustoychivosti kompozitnykh stalezhelezobetnykh elementov s sovmestnym primeneniem sterzhnevyykh i tverdotelnykh raschyotnykh modeley [Assessment of the strength and stability of composite steel-reinforced concrete elements with joint use of rod and solid-state calculation models] // Privolzhsky nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t.– Nizhny Novgorod, 2021. – № 3. – P. 9–16.
7. Likhachyova S. Yu., Kozhanov D. A., Khazov P. A., et al. Ustoychivost tsentralno-szhatykh pryamolineynykh uprugikh sterzhney peremennogo secheniya [Stability of centrally compressed straight-lined elastic rods of variable cross section] // Privolzhsky nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t.– Nizhny Novgorod. – 2020. – № 2 (54). – P. 15–23.
8. Makarov A. A., Ivkin V. S. Stalnye konstruksii balochnoy kletki: metodicheskie ukazaniya [Steel structures of a beam cage: guidelines]. – Ulyanovsk: Ulyan. gos. tekhnich. un-t. – 2008. –44 p.
9. Metallicheskie konstruksii. V 3 t. T. 2. Stalnye konstruksii zdaniy i sooruzheniy [Metal structures. In 3 volumes. Vol. 2. Steel structures of buildings and structures] / pod obsch. red. V. V. Kuznetsova ; TsNII proektstalkonstruksiya im. N. P. Melnikova. – Moscow : ASV, 1998. – 512 p. : il. (Spravochnik proektirovshchika). – ISBN 5-87829-057-X ; ISBN 5-87829-081-2.
10. Ovchinnikov I. I., Ovchinnikov I. G., Chesnokov G. V., Mikhaldykin E. S. O probleme raschyota trubobetnykh konstruksiy s obolochkoy iz raznykh materialov. Chast 1. Opyt primeneniya trubobetona s metallicheskoy obolochkoy [On the problem of calculating pipe-concrete structures with a shell of different materials. Part 1. Experience in the use of pipe concrete with a metal shell] // Naukovedenie [Science] : Internet-zhurnal. 2015. Vol. 7, № 4. – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/95TVN415.pdf> (data obrascheniya: 11.09.2022).



11. Tamrazyan A. G., Manaenkov I. K. Ispytanie trubobetonykh obraztsov malogo diametra s vysokim koeffitsientom armirovaniya [Testing of tube-concrete specimens of small diameter with a high coefficient of reinforcement] // Stroitelstvo I rekonstruktsiya [Construction and reconstruction]. – 2017. – № 4 (72). – P. 57–62.

12. Trushin S. I., Parlashkevich V. S., Zhuravlyova T. A. Issledovanie ustoychivosti prostranstvennoy stalnoy konstruktсии pokrytiya v geometricheski nelineynoy postanovke [Investigation of the stability of the spatial steel structure of the coating in a geometrically nonlinear formulation] // Vestnik MGSU. – 2010. – № 4-2. – P. 244–249.

13. Khazov P. A., Erofeev V. I., Lobov D. M., Sitnikova A. K. Eksperimentalnoe issledovanie prochnosti kompozitnykh trubobetonykh obraztsov malogabaritnykh secheniy [The experimental research of the strength of composite steel tube confined concrete samples of small-sized sections] // Privolzhsky nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod. – 2022. – № 3. – P. 36–43.

14. SP 16.13330.2017. Stalnye konstruktсии [Steel structures]: aktualizirovannaya redaktsiya SNiP II-23-81* (s Izmeneniyami № 1, 2, 3, s Popravkoy): data vved. 28.08.2017. – Moscow: Standartinform, – 2022. – 148 p.

© П. А. Хазов, Е. А. Чибаква, Г. А. Калинина, А. П. Помазов, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК: 624.154+624.159.1(470.341-25)

**Ю. С. ГРИГОРЬЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры архитектуры;
В. В. ФАТЕЕВ, ст. преп. кафедры архитектуры**

ОПЫТ ЗАМЕНЫ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ФУНДАМЕНТ КОРОБЧАТОГО ТИПА НА ИСКУССТВЕННОМ ОСНОВАНИИ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57;
эл. почта: yus-gri@rambler.ru, valeriy-fateev@rambler.ru

Ключевые слова: трехэтажный двухсекционный дом, свайный фундамент, коробчатый фундамент, искусственное основание.

Описан опыт замены свайных фундаментов на фундамент коробчатого типа на искусственном основании трехэтажного двухсекционного жилого дома.

Объект исследований, выполненных авторами, расположен в одном из пригородных поселков Нижнего Новгорода, территория которого застраивается однотипными 3-этажными 2-секционными жилыми домами, конструктивными особенностями которых являются: монолитный железобетонный каркас, монолитные железобетонные перекрытия, стены из газосиликатных блоков, парапеты из силикатного кирпича, однорядные свайные фундаменты под стенами и компактные группы свай под колоннами каркаса с монолитными железобетонными ростверками и фундаментными стенами (рис. 1–4, рис. 1 цв. вклейки).

Необходимость замены фундаментов и несущего слоя грунтового основания была выявлена в результате комплекса работ по освидетельствованию котлована, подготовленного для строительства одного из домов, по следующим причинам:

1. Котлован, отрытый в декабре 2014 года, не защищенный от промерзания, от заполнения дождевой и талой водой, простоял открытым в течение 3 лет, вплоть до февраля 2018 года (рис. 1, 2 цв. вклейки).

2. Грунтовое основание дома, замороженное и насыщенное водой, сложено лессовыми просадочными грунтами, мощность которых достигает 15,3 м (рис. 5).

3. Несущая способность 9-метровых свай, использовавшихся в проекте фундаментов дома, была определена для грунтового основания природной влажности (не насыщенного водой).

4. В фундаментных стенах и в стенах надземной части нескольких домов, построенных по тому же проекту и эксплуатирующихся к моменту обследований в течение нескольких лет, были обнаружены трещины, образовавшиеся в результате неравномерной осадки зданий.

Поверочными расчетами несущей способности свай, выполненными в 8 сечениях (рис. 3) для случая насыщения лессовых просадочных грунтов водой, было установлено, что несущей способности и соответственно количества свай, принятых в проекте, недостаточно для обеспечения нормативных условий эксплуатации дома (табл. 1).



Рис. 1. Общий вид строящегося 3-этажного, 2-секционного жилого дома

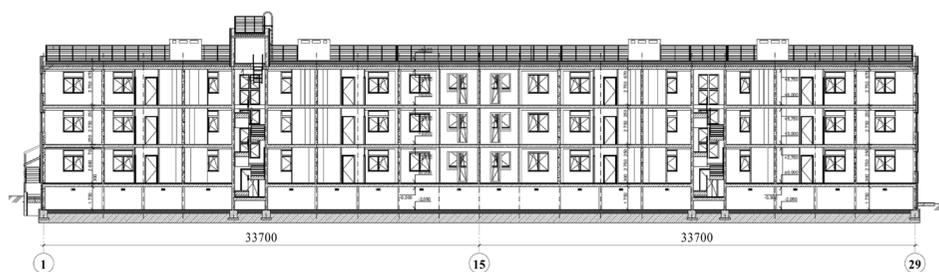


Рис. 2. Продольный разрез дома

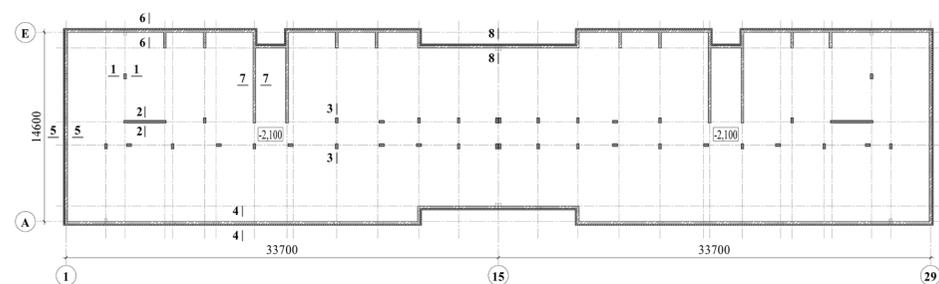


Рис. 3. План технического подполья

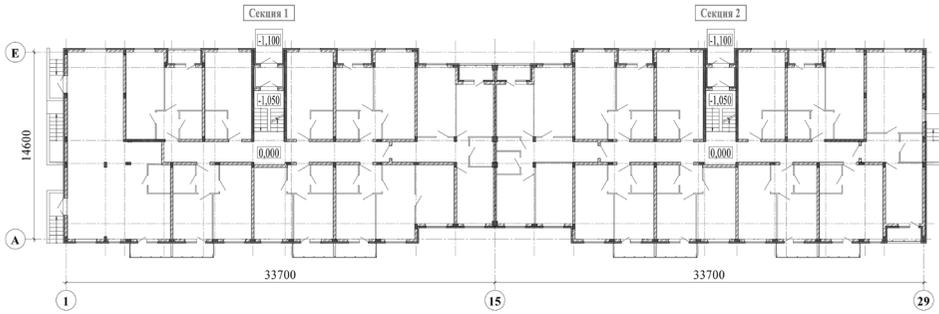


Рис. 4. План типового этажа

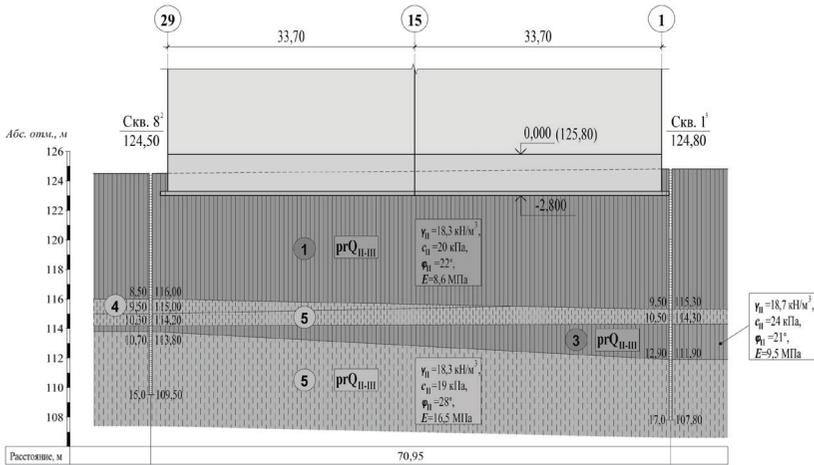


Рис. 5. Инженерно-геологический разрез: 1 – суглинок лессовый макропористый просадочный; 3 – суглинок лессовый непросадочный; 4 – супесь лессовая просадочная; 5 – супесь лессовая непросадочная. Инженерно-геологический элемент 2 в представленном на рисунке разрезе при бурении не был обнаружен

Таблица 1

Результаты расчетов несущей способности свай в 8 расчетных сечениях

Сечение	Расчетная нагрузка на фундаменты (I группа предельных состояний) N_p , кН	Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю N_p , кН	Количество свай, принятое в проекте	Количество свай, в лессовых грунтах, насыщенных водой
1-1	646,97	159,29	3	5
2-2	1239,51	138,54	3	9
3-3	1371,79	159,29	5	9
4-4	5078,04	138,54	18	37
5-5	1695,61	138,54	8	13
6-6	1306,82	138,54	9	10
7-7	1601,40	138,54	4	12
8-8	2210,68	138,54	8	16

В качестве основы для выбора альтернативы первоначальному проектному решению было рассмотрено несколько вариантов устройства фундаментов (табл. 2).



Таблица 2

Технико-экономические показатели вариантов устройства оснований и фундаментов жилого дома

Номер варианта	Характеристика	Стоимость устройства фундаментов, тыс. руб.
1	<i>Вариант 1.</i> Свайный фундамент из 9-метровых забивных свай, разработанный в 2017 году без учета требований СП 24.13330.2011 по определению несущей способности свай для случая полного насыщения околосвайного грунта водой. Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, принятая в проекте $N_p = 450,0$ кН. Количество свай марки С90.30-8N = 222 шт.	4 891,90
2	<i>Вариант 2.</i> Свайный фундамент из 9-метровых забивных свай, разработанный ННГАСУ в соответствии с требованиями СП 24.13330.2011 по определению несущей способности свай для случая полного насыщения околосвайного грунта водой. Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, изменяется в пределах $N_s = 127,69-138,54$ кН при однорядном расположении свай и $N_p = 146,81-159,29$ кН в группах свай под колоннами каркаса. Требуемое количество свай марки С90.30-8N = 450 шт.	8 825,92
3	<i>Вариант 3.</i> Сплошная плоская монолитная железобетонная плита на естественном грунтовом основании. Толщина плиты – 500 мм. Среднее давление под подошвой фундаментной плиты $P_{II} = 50-55$ кПа, не превышает начальное просадочное давление.	8 317,50
4	<i>Вариант 4.</i> Монолитные железобетонные фундаменты коробчатого типа на естественном грунтовом основании с плитной частью из перекрестных монолитных железобетонных ленточных элементов толщиной 400 мм, с монолитными железобетонными наружными и внутренними стенами и перекрытием толщиной 200 мм. Среднее давление под подошвой фундамента $P_{II} = 75-85$ кПа, не превышает начальное просадочное давление.	5 650,20

По результатам технико-экономического сравнения вариантов устройства фундаментов для разработки проектной документации был принят вариант № 4, основой для которой послужили результаты компьютерного моделирования совместной работы здания, фундамента и грунтового основания, выполненного с использованием программного комплекса «SCAD Office» (рис. 4 цв. вклейки).

В феврале 2018 года работы по устройству фундаментов начались с устройства в котловане подсыпки из песка, с уплотнением втрамбованным щебнем, толщиной от 150 до 300 мм (рис. 3 цв. вклейки). Однако проектом фундаментов, разработанным ННГАСУ, предусматривалось устройство бетонной подготовки, но не подсыпки из песка со щебнем.

Таяние снега в апреле 2018 года на территориях, прилегающих к котловану, и на его откосах привело: 1) к затоплению котлована поверхностной водой (рис. 8, 9 цв. вклейки); 2) вымыванию песка и щебня из-под изготовленной к тому времени плитной части фундамента с образованием под ней многочисленных полостей и сквозных промоин (рис. 10–13 цв. вклейки); 3) к деформациям и образованию в плитной части фундамента многочисленных поперечных трещин (рис. 14 цв. вклейки); 4) к размоканию несущего слоя грунтового основания, сложенного просадочным суглинком, перешедшего при оттаивании и замачивании в текуче-пластичное состояние, что в совокупности привело к недопустимому состоянию грунтового основания и выполненных фундаментных конструкций. Предложение подрядчика «зачеканить» грунтом

**К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА «ОПЫТ
ЗАМЕНЫ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ФУНДАМЕНТ
КОРОБЧАТОГО ТИПА НА ИСКУССТВЕННОМ ОСНОВАНИИ
В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»**



Рис. 1. Фасад здания. Проектное решение



Рис. 2. Котлован, открытый с 12.2014 г. по 02.2018 г. Грунтовое основание в течение 3 лет подвергалось интенсивному замачиванию и промерзанию



Рис. 3. 09 февраля 2018 г. Выполнены работы: 1) по зачистке дна котлована; 2) по устройству песчаной подсыпки. Ведутся работы по уплотнению подсыпки щебнем

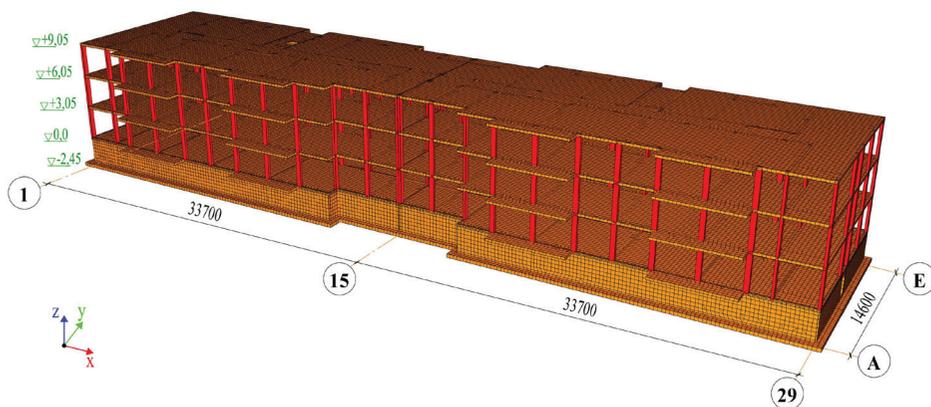
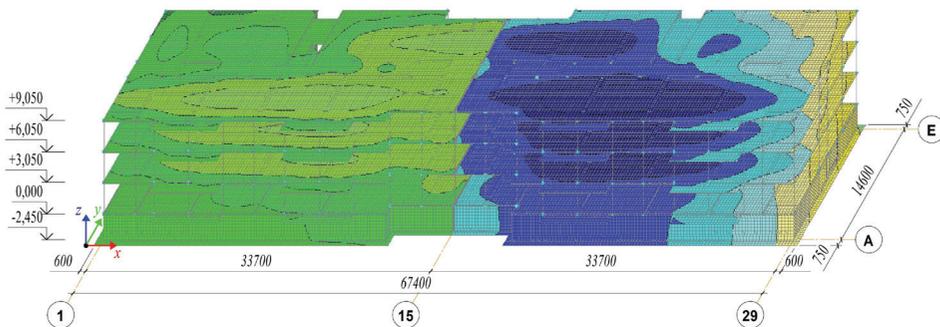


Рис. 4. 3-мерная конечно-элементная модель 3-этажного 2-секционнного дома



Перемещения по оси «Z»

■	-37,27	-35,8	■	-26,96	-25,49
■	-35,8	-34,32	■	-25,49	-24,01
■	-34,32	-32,85	■	-24,01	-22,54
■	-32,85	-31,38	■	-22,54	-21,07
■	-31,38	-29,91	■	-21,07	-19,59
■	-29,91	-28,43	■	-19,59	-18,12
■	-28,43	-26,96	■	-18,12	-16,65

Рис. 5. Изолинии вертикальных перемещений (по оси Z) здания жилого дома

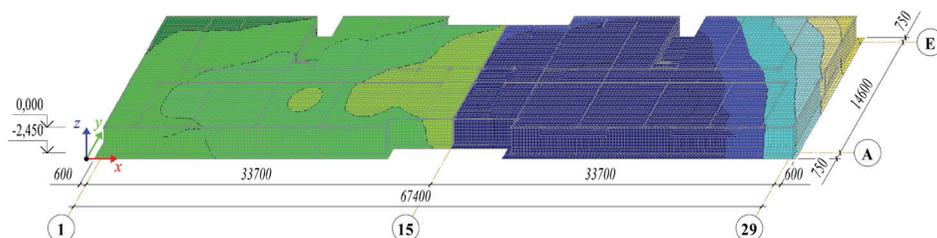


Рис. 6. Изолинии вертикальных перемещений (по оси Z) фундаментно-подвальной части здания (таблицу расшифровки величины перемещений см. рис. 5)

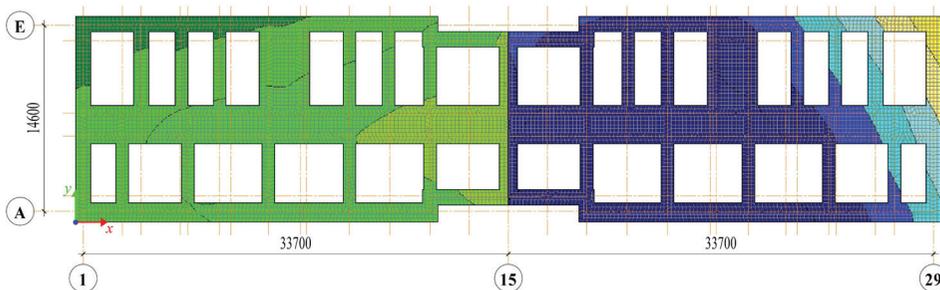


Рис. 7. Изолинии вертикальных перемещений (по оси Z) плитной части фундамента (таблицу расшифровки величины перемещений см. рис. 5)



Рис. 8. 22 апреля 2018 г. Открытый котлован с плитной частью фундаментов, заполненный талой и дождевой водой



Рис. 9. Участок котлована в осях «15-29» с дождевой и талой водой



Рис. 10. Вымывание песка, щебня и насыщенного водой лессового суглинка из-под фундаментной плиты на участке в осях «1/Е-А»



Рис. 11. Отрыв грунтового основания на 20 см от подошвы плитной части фундамента с втопленным в нее щебнем (см. рис. 9)



Рис. 12. Плитная часть фундамента. Вымывание песка и щебня. Просадка лессового суглинка под фундаментной плитой на участке в осях «29/А-Е»



Рис. 13. Зазор величиной до 20 см между подошвой фундаментной плиты и грунтовым основанием (см. рис. 11)

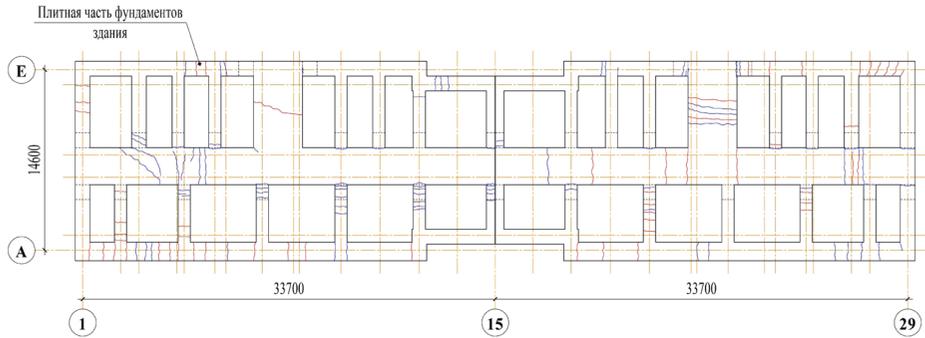


Рис. 14. Схема расположения трещин в деформировавшейся плитной части фундамента

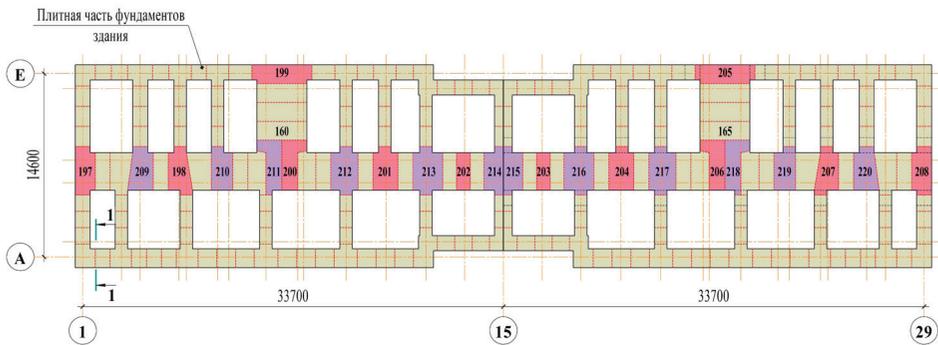


Рис. 15. Схема расположения захваток для производства работ по замене грунтового основания. Захватки № 197–220 – завершающий этап работ



Рис. 16. Выборка слабого грунта из-под фундаментной плиты на захватке № 188



Рис. 17. Массив из цементного раствора, заместивший слабое основание под фундаментной плитой на захватке № 188

образовавшиеся под фундаментами полости конечно же было неприемлемым.

Зондированием несущего слоя грунтового основания было установлено, что суглинок перешел в текуче-пластичное состояние на глубину от 0,7 м до 1,45 м (рис. 6, 7-А).

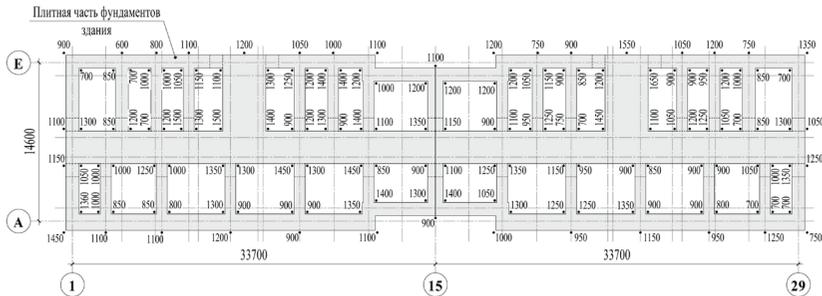


Рис. 6. Схема расположения точек зондирования грунтового основания. Определение мощности слабого разуплотненного, водонасыщенного суглинка несущего слоя грунтового основания

Разборка разрушающейся плитной части фундаментных конструкций потребовала бы выполнить работы по замене грунтового основания с устройством фундамента на искусственном основании заново или по устройству свайного фундамента. Более рациональным решением проблемы было признано сохранение выполненных фундаментных конструкций с заменой текучепластичной части несущего слоя грунтового основания цементно-песчаным раствором марки не ниже М5. Использование подвижного цементного раствора для замещения слабого слоя грунта позволило бы: 1) снизить объем земляных работ при их выполнении захватками (рис. 15–17 цв. вклейки); 2) обеспечить вибрированием плотное прилегание раствора к нижней неровной опорной плоскости (с втопленным щебнем) плитной части фундамента (рис. 7-Б, рис. 11, 13 цв. вклейки).

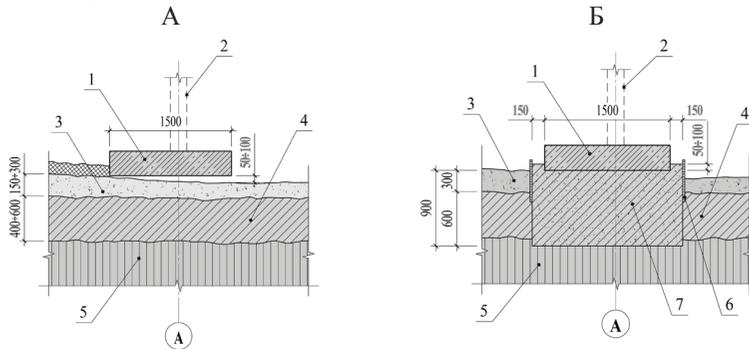


Рис. 7. А – схема разрушения песчано-гравийной подсыпки и насыщения водой несущего слоя грунтового основания под наружной стеной, ориентированной по оси «А»; Б – схема замены слабого несущего слоя грунтового основания цементным раствором: 1 – плитная часть фундамента; 2 – фундаментная стена; 3 – песчано-гравийная подсыпка; 4 – текуче-пластичный суглинок; 5 – суглинок в первоначальном природном состоянии; 6 – опалубка; 7 – массив из цементно-песчаного раствора

Работы по замене слабого грунта в несущем слое основания, а также работы по устройству монолитного железобетонного фундамента коробчатого типа были успешно выполнены.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каменные и армокаменные конструкции : Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. /под ред. С. А. Семенцова и В. А. Камейко. – Москва : Стройиздат. – 1968. – 174 с.
2. Иванов, И. Т. Усиление оснований, фундаментов и стен жилых зданий / И. Т. Титов – Москва : Изд-во министерства коммунального хозяйства РСФСР. – 1955. – 73 с
3. Основания и фундаменты : Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. /под ред. М. И. Горбунова-Посадова. –Москва-Ленинград : Стройиздат.– 1964. – 208 с.
4. Швец, В. Б. Усиление и реконструкция фундаментов / В. Б. Швец, В. И. Феклин, Л. К. Гинзбург. – Москва : Стройиздат. – 1985. – 204 с.
5. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений : утв. Приказом М-ва строительства и жилищно-коммунального хозяйства Рос. Федерации от 16.12.2016 : введ в д. 17.06.2017. – Москва. 2021. – 225 с. – (Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*).

GRIGOREV Yury Semyonovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of architecture; FATEEV Valery Valerevich, senior teacher of the chair of architecture

EXPERIENCE OF REPLACING PILE FOUNDATIONS WITH BOX-TYPE FOUNDATION ON AN ARTIFICIAL FOUNDATION IN LOW-RISE CONSTRUCTION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Ijinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57;
e-mail: yus-gri@rambler.ru

Key words: three-storey two-section house, pile foundation, box foundation, artificial foundation.

The article describes the experience of replacing pile foundations with a box-type foundation on an artificial foundation of a three-storey two-section residential building

REFERENCES

1. Kamennye i armokamennye konstruksii : Spravochnik proektirovshika promyshlennykh, zhilykh i obshchestvennykh zdaniy i sooruzheniy [Stone and reinforced stone structures : Designer's Guide to industrial, residential and public buildings and constructions] / pod red. S. A. Sementsova i V. A. Kameyko. – Moscow : Stroyizdat. – 1968. – 174 p.
2. Ivanov I. T. Usilenie osnovaniy, fundamentov i sten zhilykh zdaniy [Reinforcement of foundations, basis and walls of residential buildings]. – Moscow : Izd-vo ministerstva kommunalnogo khozyaystva RSFSR. – 1955. – 73 p.
3. Osnovaniya i fundamente : Spravochnik proektirovshika promyshlennykh, zhilykh i obshchestvennykh zdaniy i sooruzheniy [Basis and foundations: Designer's Guide to industrial, residential and public buildings and constructions] / pod red. M. I. Gorbunova-Posadova. – Moscow-Leningrad : Stroyizdat. – 1964. – 208 p.
4. Shvets V. B., Feklin V. I., Ginzburg L. K. Usilenie i rekonstruktsiya fundamentov [Strengthening and reconstruction of foundations]. – Moscow : Stroyizdat. – 1985. – 204 p.
5. SP 22.13330.2016. Osnovaniya zdaniy i sooruzheniy [Soil bases of buildings and structures] : utv. Prikazom M-va stroitelstva i zhilischno-kommunalnogo khozyaystva Ros. Federatsii ot 16.12.2016 : vvod v d. 17.06.2017. – Moscow. 2021. – 225 p. – (Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.02.01-83*).

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2023

Получено: 28.12.2022 г.

УДК 624.154.1

Ю. С. ГРИГОРЬЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры архитектуры;
В. В. ФАТЕЕВ, ст. преп. кафедры архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПОДПОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57;
эл. почта: yus-gri@rambler.ru, valeriy-fateev@rambler.ru

Ключевые слова: математические модели, грунтовый массив, ряды призматических свай, горизонтальные нагрузки и перемещения.

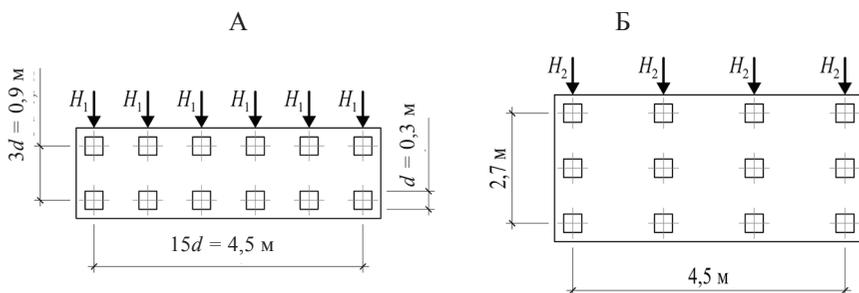
Приводятся результаты исследований эффективности горизонтально нагруженных свайных фундаментов с линейно расположенными призматическими сваями в программном комплексе «MIDAS GTS NX». Результаты исследований могут быть использованы при проектировании свайных фундаментов различных инженерных сооружений, испытывающих большие горизонтальные нагрузки.

В выполненных исследованиях использовались: 1) апробированная модель системы «свайный фундамент – грунтовое основание» [1–4]; 2) математические модели свайных фундаментов, с жестким соединением свай с высокими ростверками, опирающимися на группы из 12 различным образом расположенных 6-метровых свай (рис. 1, рис. 1 цв. вклейки), которые могут использоваться в расчетах свайных фундаментов не только подпорных сооружений, но и свайных фундаментов зданий и сооружений, строящихся на склонах; трубопроводов гидроаккумулирующих электростанций; гидротехнических сооружений различного назначения; высоких мостовых опор, испытывающих большие ветровые нагрузки и нагрузки от водного течения; высоких опор для путей скоростного транспорта с высокими нагрузками торможения.

В результате выполненных исследований было установлено:

1. Качественная картина работы горизонтально нагруженных моделей свайных фундаментов в полной мере соответствует работе свайных фундаментов в натурных испытаниях горизонтальными нагрузками [2].

2. Модели фундаментов испытывают: 1) горизонтальные перемещения, развивающиеся в результате податливости основания и конечной жесткости свай, 2) крен, возникающий из-за вертикальных перемещений свай, работающих соответственно на вдавливающие и на выдергивающие нагрузки (рис. 3–6 цв. вклейки).



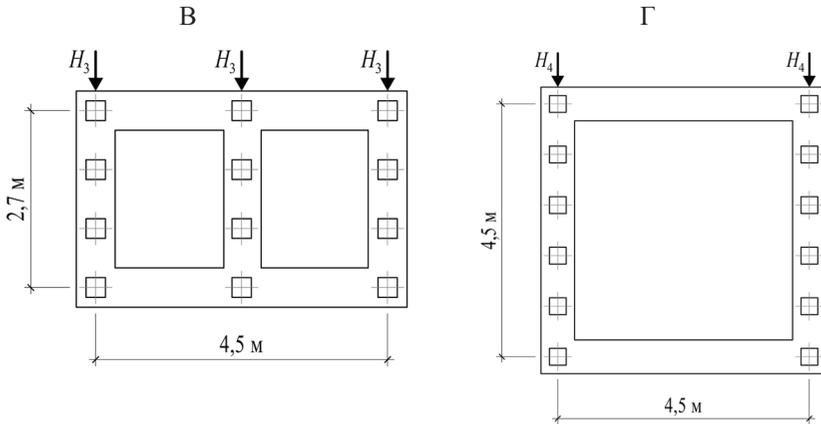


Рис. 1. Расчетные схемы горизонтально нагруженных фундаментов, опирающихся на 12 свай: А – двухрядное расположение свай с горизонтальной нагрузкой, действующей поперек свайных рядов (фундамент Ф1); Б – горизонтальная нагрузка, действующая вдоль 4 рядов из 3 свай (фундамент Ф2); В – горизонтальная нагрузка, действующая вдоль 3 рядов из 4 свай (фундамент Ф3); Г – горизонтальная нагрузка, действующая вдоль 2 рядов из 6 свай (фундамент Ф4)

3. Последовательное изменение схемы размещения свай в фундаментах (от схемы от «А» к схеме «Г» на рис. 1) при одинаковой ширине фронта действия горизонтальных нагрузок привело:

- 1) к увеличению предельной величины горизонтальной нагрузки, передающейся на фундаменты H (табл. 1, рис. 2);
- 2) к увеличению коэффициента кустового эффекта $K_{кз}$, учитывающего взаимное влияние свай при жесткой заделке голов свай в ростверках (табл. 1, рис. 3).

Таблица 1

Результаты исследований работы свайных фундаментов на горизонтальные нагрузки в программном комплексе «MIDAS»

Расчетная модель	Количество свай в группе n	Горизонтальная нагрузка H , кН	Средняя несущая способность свай в группе $H_{ср}$, кН	Коэффициент кустового эффекта $K_{кз}$, д. ед.
Одиночная свая	1	52,24	52,24	-
А	12	466,65	38,89	0,744
Б	12	541,76	45,15	0,864
В	12	607,38	50,62	0,969
Г	12	690,16	57,51	1,101

4. Средние значения горизонтальной нагрузки, приходящейся на одну сваяю в фундаментах Ф2, Ф3 и Ф4 по сравнению с нагрузкой, воспринимаемой одной свайей в фундаменте Ф1, равной 38,89 кН, существенно увеличивается (табл. 1, рис. 2, рис. 2 цв. вклейки):

- 1) в фундаменте Ф2 до 45,15 кН (+ 16,1 %);
- 2) в фундаменте Ф3 до 50,62 кН (+ 30,2 %);
- 3) в фундаменте Ф4 до 57,51 кН (+ 47,9 %).

К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА
«ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНО
НАГРУЖЕННЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПОДПОРНЫХ
СООРУЖЕНИЙ»

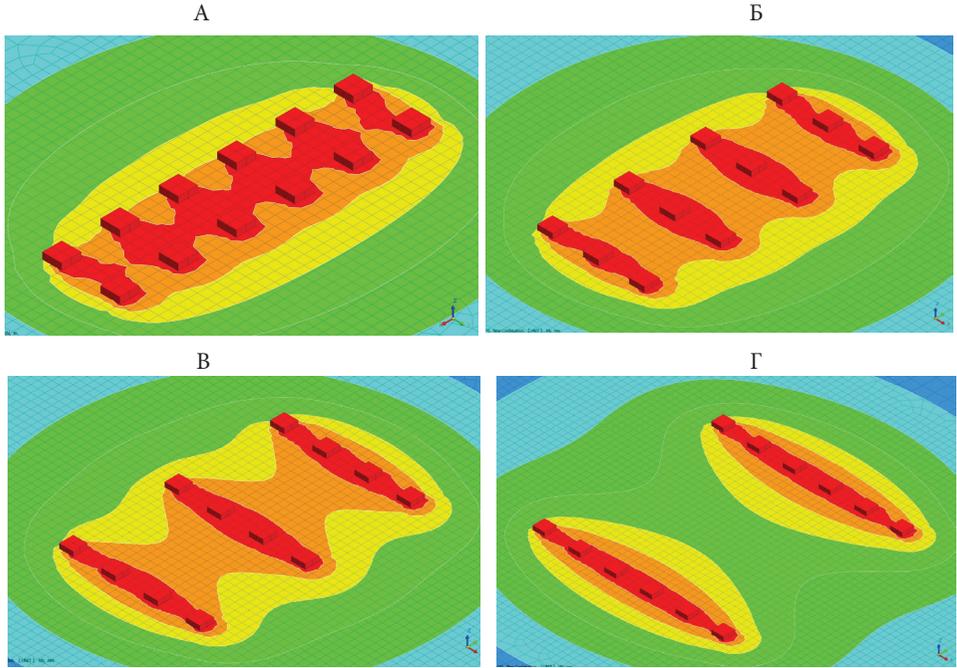


Рис. 1. Расчетные модели А-Г. Изополя горизонтальных перемещений (по оси X) фундаментов и околосвайного грунта в уровне поверхности грунтового массива при действии горизонтальной нагрузки H , вызывающей горизонтальное перемещение свай равное $\Delta_s = 10$ мм

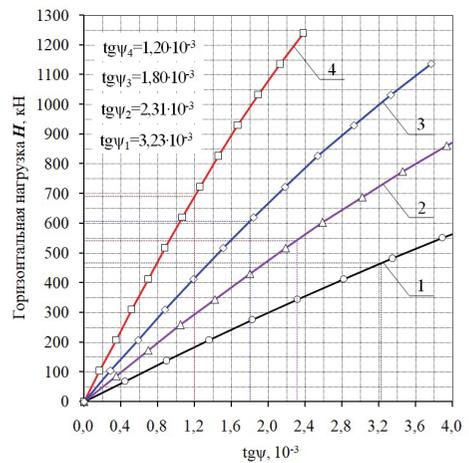
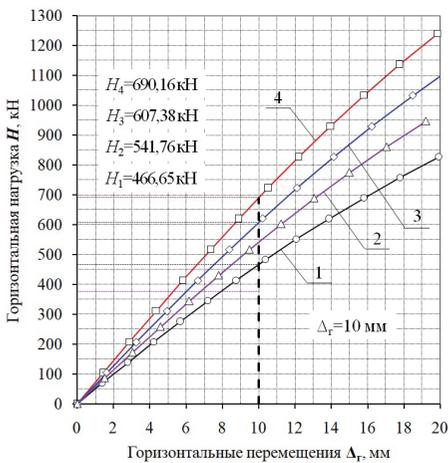


Рис. 2. Зависимость горизонтальных перемещений Δ_p , мм от горизонтальных нагрузок H , кН: 1-4 – расчетные модели А-Г

Рис. 3. Зависимость крена $tg\psi$, 10^{-3} от горизонтальных нагрузок H , кН: 1-4 – расчетные модели А-Г

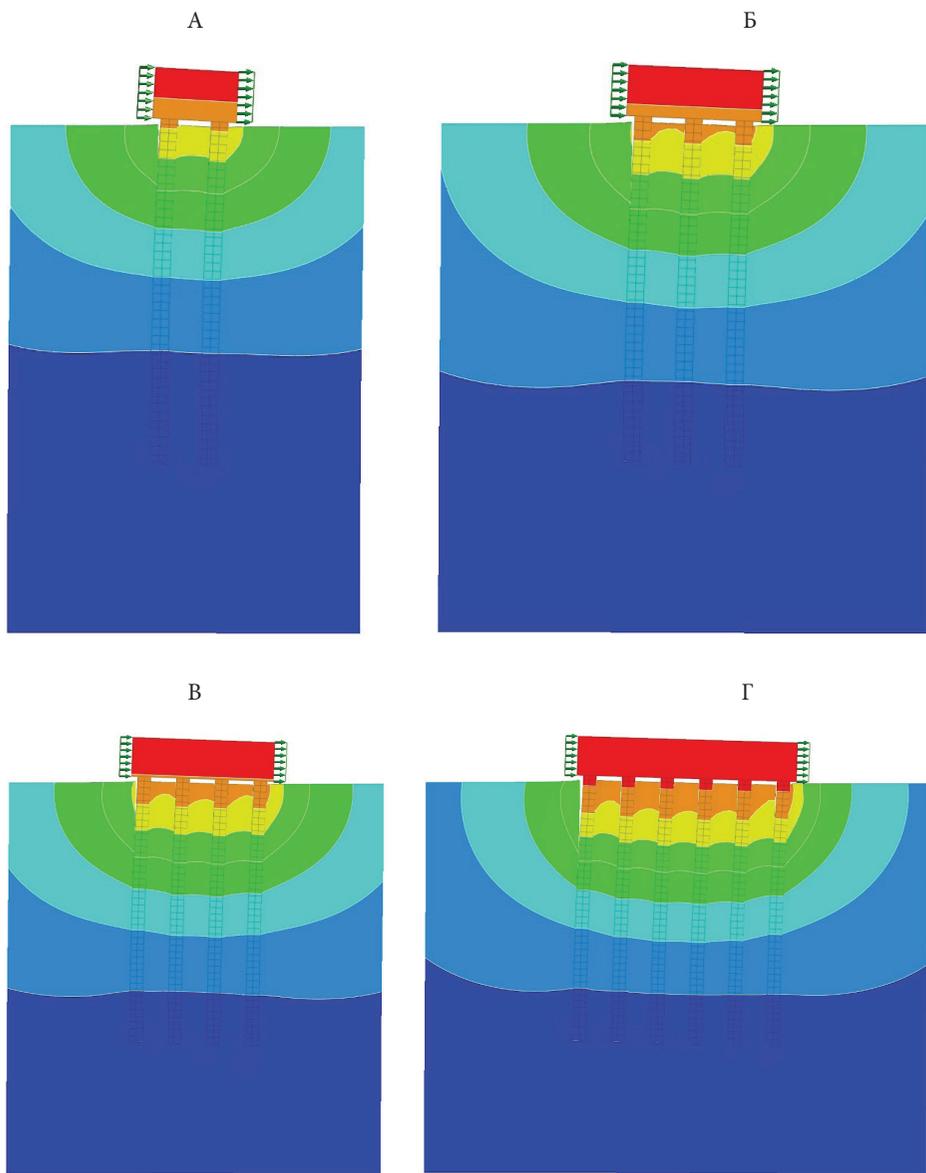


Рис. 4. Изополя горизонтальных перемещений (по оси X) свайных фундаментов и околосвайного грунта при действии горизонтальных нагрузок H , вызывающих горизонтальное перемещение $\Delta = 10$ мм в уровне поверхности грунта: А – двухрядное расположение свай с горизонтальной нагрузкой, действующей поперек свайных рядов из 6 свай (фундамент Ф1); Б – 4 ряда из 3 свай (фундамент Ф2); В – 3 ряда из 4 свай (фундамент Ф3); Г – 2 ряда из 6 свай (фундамент Ф4)

5. Последовательное изменение схемы расположения 12 свай (от схемы «А» к схеме «Г» на рис. 1) приводит к увеличению жесткости свайных фундаментов в вертикальной плоскости действия горизонтальных нагрузок и соответственно к увеличению устойчивости фундаментов, крен которых уменьшается по сравнению с креном $\text{tg}\psi = 3,23 \cdot 10^{-3}$ фундамента Ф1 (рис. 3 цв. вклейки):

- 1) в фундаменте Ф2 до $\text{tg}\psi = 2,31 \cdot 10^{-3}$ (в 1,4 раза);
- 2) в фундаменте Ф3 до $\text{tg}\psi = 1,80 \cdot 10^{-3}$ (в 1,8 раза);
- 3) в фундаменте Ф4 до $\text{tg}\psi = 1,20 \cdot 10^{-3}$ (в 2,7 раза).

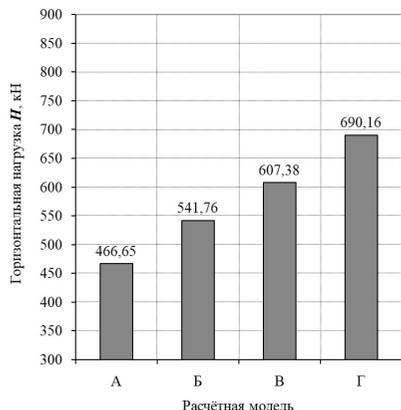


Рис. 2. График зависимости величины горизонтальной нагрузки H , кН от схемы расположения свай в расчетных моделях

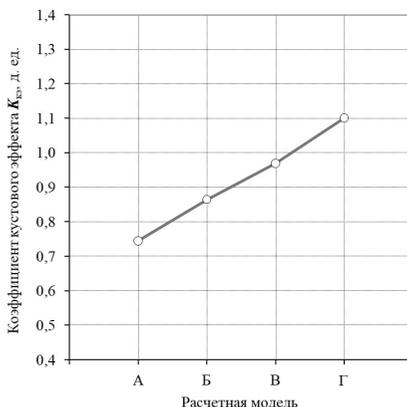


Рис. 3. График зависимости коэффициента кустового эффекта K_k от схемы расположения свай в расчетных моделях

6. Схемы расположения свай «Б», «В» и «Г» при одинаковой полной горизонтальной нагрузке, приложенной к фундаментам, значительно эффективнее по сравнению со схемой расположения свай «А», наиболее часто используемой при устройстве подпорных сооружений.

7. Использование схем по устройству фундаментов с наибольшим расстоянием между рядами свай позволяет существенно снизить вероятность появления барражного эффекта в виде преграды на пути подземных потоков воды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьев, Ю. С. Компьютерная модель работы висячей призматической сваи в массиве глинистого грунта / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 1 (61). – С. 36–41.
2. Григорьев, Ю. С. Верификация компьютерной модели забивной призматической сваи в многослойном грунтовом основании / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 2 (62). – С. 79–84.
3. Григорьев, Ю. С. Верификация и валидация геомеханической модели грунтового основания деформирующегося здания / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2018. – № 3 (47). – С. 16–22.
4. Григорьев, Ю. С. Исследования работы горизонтально нагруженных фундаментов с линейно расположенными призматическими сваями в программном комплексе «MIDAS» /



Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 3 (63). – С. 52–57.

GRIGOREV Yuri Semyonovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of architecture; FATEEV Valery Valerevich, senior teacher of the chair of architecture

STUDIES OF THE EFFICIENCY OF HORIZONTALLY LOADED PILE FOUNDATIONS OF RETAINING STRUCTURES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57;
e-mail: yus-gri@rambler.ru, valeriy-fateev@rambler.ru

Key words: mathematical models, soil mass, rows of prismatic piles, horizontal loads and displacements.

The article presents the results of studies of the effectiveness of horizontally loaded pile foundations with linearly arranged prismatic piles in the software package "MIDAS GTS NX". The research results can be used in the design of pile foundations of various engineering structures experiencing large horizontal loads.

REFERENCES

1. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Komputernaya model raboty visyachey prizmaticheskoy svai v massive glinistogo grunta [Computer model of the operation of a hanging prismatic pile in an array of clay soil]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2022. № 1 (61). P. 36–41.
2. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Verifikatsiya komputernoy modeli zabivnoy prizmaticheskoy svai v mnogosloynnom gruntovom osnovanii [Verification of a computer model of a driven prismatic pile in a multilayer soil base]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2022. № 2 (62). P. 79–84.
3. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Verifikatsiya i validatsiya geomekhanicheskoy modeli gruntovogo osnovaniya deformiruyushegosya zdaniya [Verification and validation of a geomechanical model of a soil basis of a deforming building]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2018. № 3. P. 16–22.
4. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Issledovaniya raboty gorizontarno nagruzhennykh fundamentov s lineynoy raspolozhennymi prizmaticheskimi svayami v programmnom komplekse "MIDAS". [Investigations of the operation of horizontally loaded foundations with linearly arranged prismatic piles in the software package "MIDAS"]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2022. № 3. P. 52–57.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2023

Получено: 28.12.2022 г.



УДК 624.014:624.042

В. В. ПРОНИН, доц. кафедры строительных конструкций

К РАСЧЕТУ БАЗЫ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ КОЛОНН СПЛОШНОГО СЕЧЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-80;
эл. почта: pvv-1947@mail.ru

Ключевые слова: базы колонн, расчет плит, метод Бубнова-Галеркина, сварные швы, напряженно-деформированное состояние.

Приведены расчеты типовых конструкций баз центрально сжатых колонн сплошного сечения. Сравниваются результаты традиционных ручных расчетов и расчетов 3D-моделей с помощью расчетного комплекса IDEASTaTiCa 21.1. Приведены особенности поведения конструкции при более точном ее расчете.

Одним из методов снижения веса традиционных стальных конструкций является применение более точных способов расчета, учитывающих реальные условия и особенности работы материала и соединений.

Базы колонн, являясь их обязательной конструктивной частью, существенно увеличивают металлоемкость и влияют на стоимость изготовления и монтажа.

Анализируя современные предлагаемые методы расчета баз колонн, можно сделать вывод о том, что за почти три четверти века ничего не изменилось. Сравнивая, например, учебники 1948 г. [1] и 2021 г. [2], а также СП 16.13330 [3], констатируем полное совпадение.

Главной частью базы является опорная плита, толщина которой определяется максимальным изгибающим моментом в ней. Моменты в пределах характерных участков плиты определяются по методике, предложенной Б. Г. Галеркиным и основанной на его работах по решению дифференциальных уравнений, описывающих поведение под нагрузкой гибких плит. Первая такая работа была опубликована в 1915 г. [4], и в дальнейшем предложенный автором способ стал называться методом Галеркина. Часто этот метод называют еще методом Бубнова-Галеркина, т. к. И. Г. Бубнов раньше самого Б. Г. Галеркина описал такое решение [4].

Отметим важные факторы, не учитываемые в традиционной методике расчета баз колонн:

- неравномерность реактивных напряжений в бетоне фундамента в зоне контакта с опорной плитой вплоть до появления ненагруженных участков;
- реальные граничные условия для участков плит в отличие от использования идеальных условий (шарнирное опирание, жесткое защемление);
- деформированное состояние конструкции и влияние возможных концентраторов напряжений;
- неравномерность распределения напряжений в сварных швах;
- геометрическая и физическая нелинейность поведения расчетной модели при достижении предельного состояния.

Рассмотрим три решения баз:

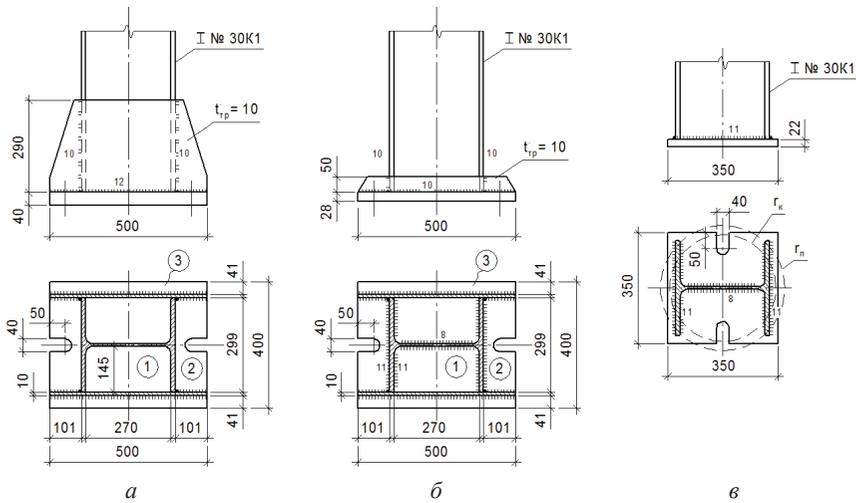
а) база с траверсами, торец колонны не фрезерован; стержень колонны не касается плиты, нагрузка на нее передается через траверсы;

б) база с траверсами минимальной высоты, торец колонны фрезерован; стержень

жень колонны приварен к плите, нагрузка на нее передается через сварные швы; траверсы в этом случае только подкрепляют плиту;

в) база с фрезерованным торцом колонны, без траверс; стержень колонны приварен к плите, нагрузка на нее передается через сварные швы.

В качестве примеров предлагаются базы колонн, рассчитанные традиционным методом в готовящемся к публикации учебном пособии (рисунок) при следующих исходных данных: $N = 1406$ кН; сталь С255Б и С255; бетон В20; отношение площади верхнего среза фундамента к площади плиты – 2.



Конструкция базы: а – с траверсами полной высоты; б – с траверсами минимальной высоты; в – с фрезерованным торцом колонны

При применении бетона В20 ($R_b = 11,5$ МПа – табл. 6.8 [5]; $R_{b,loc} = 14,5$ МПа) требуемая площадь плиты $A_{пл,мп} = 970$ см², что меньше принятых конструктивно площадей (2000 см² и 1225 см² для решений а) и в) соответственно.

При применении бетона В15 ($R_b = 8,5$ МПа; $R_{b,loc} = 10,7$ МПа) $A_{пл,мп} = 1314$ см², что также меньше $A_{пл,мп}$.

При применении бетона В10 ($R_b = 6$ МПа; $R_{b,loc} = 7,6$ МПа) $A_{пл,мп} = 1850$ см², что меньше $A_{пл,тр}$ для решения а), но больше для решения в), где требуется плита $L_{пл} \times B_{пл} = 430 \times 430$ мм. Толщина плиты в этом случае составит $t_{пл} = 28$ мм. Расчет произведен прямым методом, путем решения биквадратного уравнения.

Оптимальным классом прочности бетона для фундамента для рассматриваемых конструкций баз будут бетон В10 для базы с траверсами и В15 для базы с фрезерованным торцом колонны без траверс.

Произведем расчеты баз в программном комплексе *IDEA StatiCa 21.1* [6], позволяющим учесть все вышеприведенные факторы, не учитываемые в ручных традиционных расчетах. В основу комплекса заложен компонентный метод конечных элементов (МКЭ). Модель рассматривается как совокупность связанных друг с другом компонентов, воспринимающих заданную нагрузку.

Рассчитываемыми моделями будут базы, рассмотренные выше. Основные результаты расчетов сведем в табл. 1. В этой же таблице приведены результаты расчетов при уменьшении толщины плиты до величины, при которой не выполняется условие прочности бетона или до минимальной величины, принимаемой 10 мм.



На рис. 1 и 2 цв. вклейки показаны поля приведенных напряжений в базе с траверсами с толщиной плиты 40 и 18 мм соответственно, в плите и в бетоне фундамента под плитой.

На рис. 3 и 4 цв. вклейки показаны поля приведенных напряжений в базе с траверсами минимальной высоты с толщиной плиты 18 и 10 мм соответственно, в плите и в бетоне фундамента под плитой.

На рис. 5 и 6 цв. вклейки показаны поля приведенных напряжений в базе без траверс с толщиной плиты 22 и 18 мм соответственно, в плите и в бетоне фундамента под плитой.

Анализируя результаты расчетов и рис. 1–6 цв. вклейки, можно сделать следующие выводы:

1) для базы варианта а):

- даже при резком уменьшении толщины плиты (с 40 до 14 мм) ее несущая способность обеспечена; ограничение дальнейшего уменьшения толщины наступает из-за невыполнения условия прочности бетона, что может быть снято увеличением площади верхнего обреза фундамента или класса прочности бетона;
- существует некая оптимальная толщина плиты (18-20 мм), при которой напряжения в ней минимальны;
- напряженное состояние траверс при уменьшении толщины плиты улучшается – в них пропадают пластические деформации;
- напряженное состояние сварных швов при изменении толщины плиты практически не изменяется;
- при уменьшении толщины плиты увеличивается неработающая часть бетона фундамента.

Таблица 1

Вариант базы	$t_{пл},$ мм	Коэффициент использования бетона фундамента	Коэффициент использования сварных швов	% пластических деформаций		Приведенные напряжения, МПа		N_a * кН
				Плита	Траверсы	Плита	Траверсы	
а)	40	0,688	0,987	0	0,01	165	249	0
	30	0,748	0,984		0,014	135	249	4,4
	25	0,849	0,984		0,011	103	249	9,6
	20	0,949	0,984		0,004	85	249	12,5
	18	0,977	0,984		0,001	85	246	12,8
	16	1,007	0,984		0	97	236	12,6
	14	1,041	0,977		0	124	221	11,8
б)	18	0,692	0,970	0	0	151	145	0
	16	0,692	0,980			165	149	
	14	0,698	0,977			182	152	
	12	0,731	0,977			201	153	
	10	0,761	0,978			225	153	0,8
в)	22	0,971	0,972	0	-	204	-	4,8
	20	0,991	0,972		-	216	-	8,4
	18	1,002	0,972		-	228	-	11,4

* усилие в анкерном болте

**К СТАТЬЕ В. В. ПРОНИНА
«К РАСЧЕТУ БАЗЫ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ КОЛОНН
СПЛОШНОГО СЕЧЕНИЯ»**

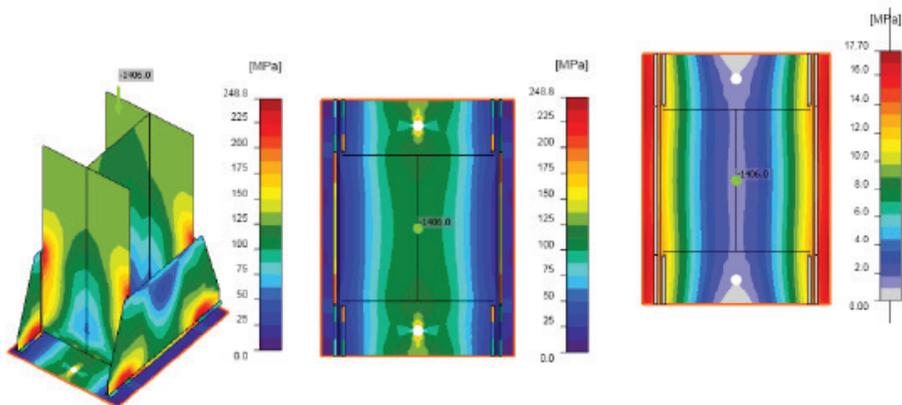


Рис. 1. База с трассерами, $t_{nl} = 40$ мм. Приведенные напряжения в базе, плите и бетоне фундамента

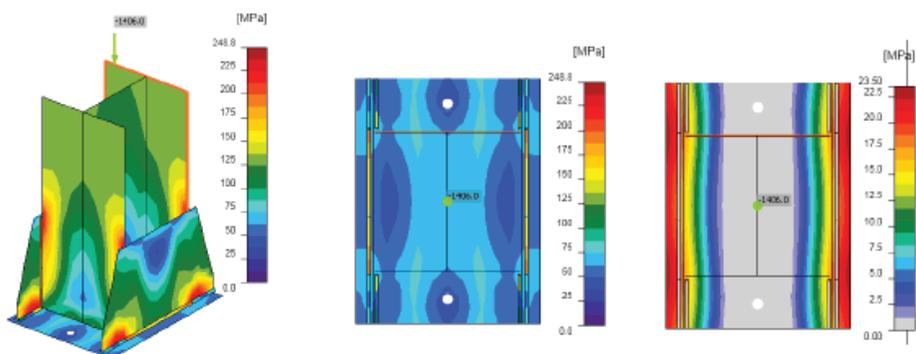


Рис. 2. База с трассерами, $t_{nl} = 18$ мм. Приведенные напряжения в базе, плите и бетоне фундамента

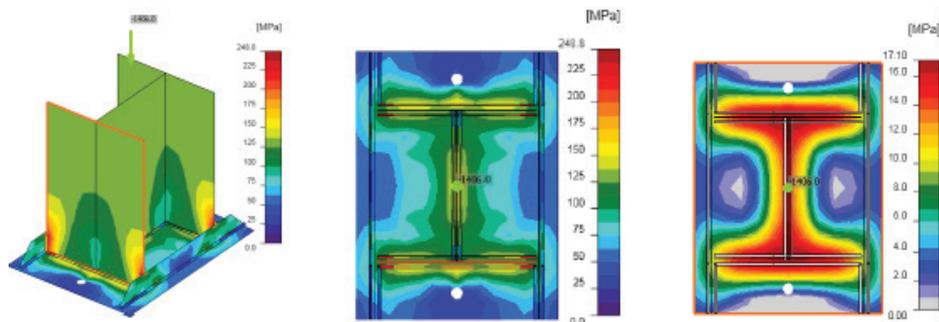


Рис. 3. База с трассерами минимальной высоты, $t_{nl} = 18$ мм. Приведенные напряжения в базе, плите и бетоне фундамента

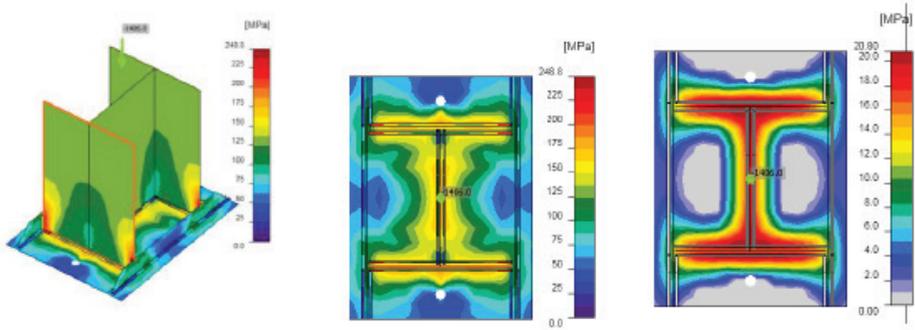


Рис. 4. База с траверсами минимальной высоты, $t_{пл} = 10$ мм. Приведенные напряжения в базе, плите и бетоне фундамента

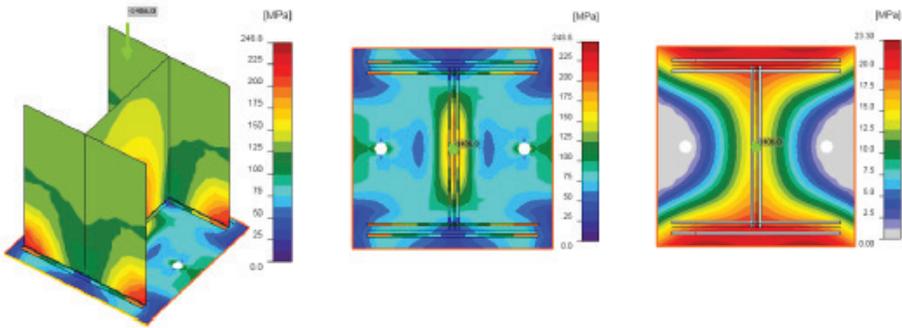


Рис. 5. База без траверс, $t_{пл} = 22$ мм. Приведенные напряжения в базе, плите и бетоне фундамента

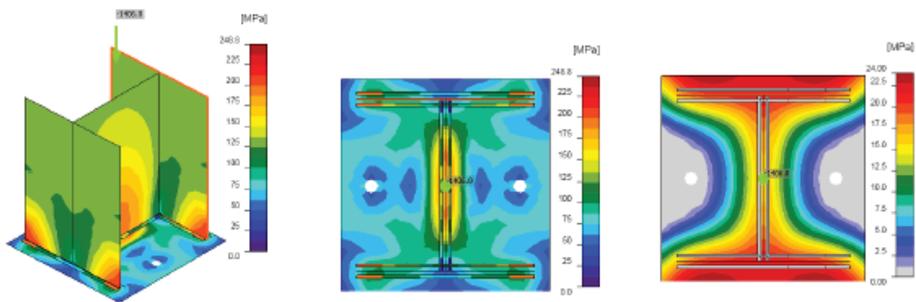


Рис. 6. База без траверс, $t_{пл} = 18$ мм. Приведенные напряжения в базе, плите и бетоне фундамента



– начиная с толщины плиты 30 мм в анкерных болтах из-за изгиба плиты появляется растягивающее усилие, которое увеличивается с уменьшением толщины плиты;

– чем толще плита, тем невыгоднее применять бетон высоких классов прочности;

2) для базы варианта б):

– наличие траверсы минимальной высоты значительно улучшает работу плиты: даже при толщине 10 мм ее несущая способность обеспечена;

– несущая способность траверс обеспечена с запасом;

3) для базы варианта в):

– ограничение существенного уменьшения толщины плиты наступает из-за невыполнения условия прочности бетона, что может быть снято увеличением площади верхнего обреза фундамента или класса прочности бетона;

– при всех рассмотренных толщинах плиты в анкерных болтах появляется растягивающее усилие, которое увеличивается с уменьшением толщины плиты.

Принятые по результатам расчетов в программном комплексе толщины плит:

– база с траверсами полной высоты – 18 мм;

– база с траверсами минимальной высоты – 12 мм (конструктивно);

– база без траверс – 18 мм.

Весовые характеристики рассмотренных вариантов баз сведем в табл. 2.

Таблица 2

Вариант базы	Вес (кг)					
	Ручной расчет			Расчет в программном комплексе		
	Плита	Траверсы	Всего	Плита	Траверсы	Всего
С траверсами полной высоты	62,8	19,9	82,7	28,3	19,9	48,2
С траверсами минимальной высоты	44	3,7	47,7	18,9	3,7	22,6
Без траверс	21,2	-	21,2	17,3	-	17,3

Сравнивая экстремальные значения веса элементов баз, видно, что переход на конструкцию базы без траверс даже при ручном расчете дает уменьшению веса в 3,9 раза, а при уточненном расчете с помощью программного комплекса – в 4,8 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стальные конструкции / Н. С. Стрелецкий, А. Н. Гениев, В. А. Балдин [и др.] ; под общей редакцией Н. С. Стрелецкого. – Москва : Государственное издательство строительной литературы, 1947. – 599 с. : ил. – Текст : непосредственный.

2. Проектирование металлических конструкций. Часть 1: Металлические конструкции. Материалы и основы проектирования : учебник для вузов / С. М. Тихонов, В. Н. Алехин, З. В. Беляева [и др.] ; под общей ред. А. Р. Туснина – Москва : Перо, 2021. – 468 с. : ил. – Текст : непосредственный.

3. Стальные конструкции: СП 16.13330.2017: актуализированная редакция СНиП II-23-81*: дата введения 28.08.17 / Минстрой России. – Издание официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017. – V, 144 с.: ил. – (Свод правил). – Текст : непосредственный.

4. История метода Галеркина и его роль в творчестве М. В. Келдыша / Н. Г. Афондикова. – Москва : ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 2014. – 16 с. : портр., факс.; 21 см. – (Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша = Keldysh institute preprints / Институт прикладной математики



им. М. В. Келдыша Российской академии наук, ISSN 2071-2898 ; 2014, № 77). – Текст : непосредственный.

5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции : актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 : дата введения 20.06.2019 г. / Минстрой России. – Издание официальное. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 148 с. – (Свод правил). – Текст : непосредственный.

6. IDEA StatiCa Connection : вводное пособие / НИП «Информатика». – Санкт-Петербург, 2021. – Текст : непосредственный.

PRONIN Vladislav Valerevich, associate professor of the chair of building structures

TO THE CALCULATION OF THE BASE OF CENTRALLY COMPRESSED COLUMNS OF SOLID SECTION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65 Ilyinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-80;
e-mail: pvv-1947@mail.ru

Key words: column bases, plate calculation, Bubnov-Galerkin method, welds, stress-strain state.

Calculations of typical designs of bases of centrally compressed columns of solid section are given. The results of traditional manual calculations and calculations of 3D models using the IDEA StatiCa 21.1 calculation complex are compared. Specific behavior of a structure with its more accurate calculation is described.

REFERENCES

1. Stalnye konstruksii [Steel structures]. N.S. Streletsky, A.N. Geniev, V.A. Baldin, et al.: pod obschey red. N.S. Streletskogo. Moscow : Gos. izd-vo stroit. literatury, 1947. – 599 p., il.

2. Proektirovanie metallicheskikh konstruksiy. Chast 1: Metallicheskie konstruksii. Materialy i osnovy proektirovaniya [Design of metal structures. Part 1: Metal constructions. Materials and fundamentals of design]: ucheb. dlya vuzov / S.M. Tikhonov, V.N. Alyokhin, Z.V. Belyaeva, et al.; pod obschey red. A.R. Tusnina. – Moscow : Pero, 2021. – 468 p., il.

3. Afendikova N. G. Istoriya metoda Galerkina i ego rol v tvorchestve M.V. Keldysha [The history of the Galerkin method and its role in the work of M.V. Keldysh]. – Moscow : IPM im. M. V. Keldysha RAN, 2014. – 16 p. : portr., faks.; 21 sm. – (Preprinty IPM im. M.V. Keldysha. In-t prikladnoy matematiki im. M.V. Keldysha Ross. akademii nauk, ISSN 2071-2898 ; 2014. № 77.

4. Stalnye konstruksii [Steel structures]: SP 16.13330.2017: aktualizirovannaya red. SNiP II-23-81* : data vved. 28.08.17 / Minstroy Rossii. – Moscow: Standartinform, 2017. – V, 144 p.: il. – (Svod pravil).

5. SP 63.13330.2018. Betonnye i zhelezobetonnye konstruksii [Concrete and reinforced concrete structures]: aktualizirovannaya red. SNiP 52-01-2003: data vved. 20.06.2019 / Minstroy Rossii. – Moscow: Standartinform, 2018. – 148 p. (Svod pravil).

6. IDEA Static Connection. Vvodnoe posobie [Introductory manual]. NIP "Informatica", Saints-Petersburg, 2021.

© **В. В. Пронин, 2023**

Получено: 26.12.2022 г.



УДК 699.844

Д. С. КУЗЬМИН, аспирант, ст. преп. кафедры архитектуры; Д. В. МОНИЧ, д-р техн. наук, проф. кафедры архитектуры; В. Н. БОБЫЛЕВ, чл.-корр. РААСН, проф., зав. кафедрой архитектуры; П. А. ГРЕБНЕВ, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры

ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ ПЕРЕГОРОДОК С ТОРКРЕТ-ОБЛИЦОВКАМИ И АКУСТИЧЕСКИМ РАЗОБЩЕНИЕМ СЛОЕВ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57;
эл. почта: dmitriy.monich@mail.ru

Ключевые слова: звукоизоляция, легкие перегородки, торкрет-облицовки, акустическое разобшение слоев.

Представлены результаты исследований звукоизоляции нового типа звукоизолирующих ограждающих конструкций для применения в строительстве бескаркасных легких перегородок с торкрет-облицовками и акустическим разобщением слоев. Проведен сравнительный анализ частотных характеристик звукоизоляции нового типа ограждений с ограждением-аналогом без акустического разобщения слоев, а также с перегородками из кирпичной кладки и из газосиликатных блоков. Определены индексы изоляции воздушного шума для исследуемых образцов. Показано значительное преимущество звукоизолирующих свойств легких перегородок с торкрет-облицовками и акустическим разобщением слоев по сравнению с другими типами рассмотренных ограждений.

Торкретирование (от лат. *tor* – «штукатурка», *cret* – «уплотненный») – это способ нанесения на поверхность слоя строительного раствора. Данная технология широко используется для оштукатуривания стен и перегородок в различных типах зданий. Предлагается расширить применение технологии торкретирования и использовать ее для возведения легких перегородок между помещениями. Это позволит уменьшить массу внутренних ограждающих конструкций и повысить скорость их возведения, что актуально для строительства многоэтажных и малоэтажных зданий. Уменьшение массы ограждений негативно влияет на их звукоизолирующие свойства, поэтому необходимо проведение теоретических и экспериментальных исследований с разработкой рациональных конструктивных решений данного типа легких перегородок. Обеспечение требуемой звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций является актуальным вопросом строительной акустики и рассматривается в работах [1]–[5].

Объектом исследования являются легкие бескаркасные перегородки с торкрет-облицовками, поверхностная плотность которых находится в пределах: $20 < \mu \leq 100$ кг/м². Для формирования широкой номенклатуры легких перегородок, применяемых в строительстве, в работе [6] предложено установить параметры отдельных слоев в следующем виде:

– торкрет-облицовки из строительных растворов на основе гипсовых смесей толщиной $h_1 = 10–25$ мм. При этом плотность материала после высыхания должна быть в пределах 1000–1300 кг/м³;

– средний слой из жестких легких материалов (минеральная вата, пенопласт, пенополистирол, древесное волокно и т. п.) толщиной $h_2 = 50–150$ мм. При этом

плотность материала должна быть в пределах 100–200 кг/м³;

– армирующая сетка для торкрет-слоев может быть стальной или полимерной. Она закрепляется к ограждающим конструкциям помещения по периметру (к стенам, потолку, полу) и обеспечивает требуемую прочность и устойчивость легкой перегородки.

С учетом вышеуказанных параметров слоев общая толщина перегородок будет находиться в пределах $h_{en} = 70\text{--}200$ мм, поверхностная плотность в пределах $\mu = 25\text{--}96$ кг/м². На рис. 1 представлена схема конструктивного решения легкой бескаркасной перегородки с торкрет-облицовками (поперечное сечение).

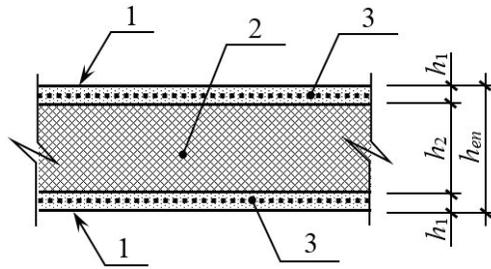


Рис. 1. Схема конструктивного решения легкой бескаркасной перегородки с торкрет-облицовками общей толщиной h_{en} (поперечное сечение): 1 – торкрет-облицовка толщиной h_1 ; 2 – средний слой толщиной h_2 ; 3 – армирующая сетка

Результаты экспериментальных исследований звукоизоляции данного типа ограждения рассмотрены в статье [6]. Был сделан вывод о том, что основное влияние на форму частотной характеристики звукоизоляции ограждения с торкрет-облицовками оказывает расположение провала звукоизоляции вблизи резонансной частоты системы «масса-упругость-масса» (диапазон средних частот, $f = 315\text{--}500$ Гц). Данный резонанс характерен для многослойных ограждающих конструкций, сформированных по принципу сэндвич-панелей, путем сочетания жестких листовых облицовок и более упругого среднего слоя.

Звукоизоляция ограждения в диапазоне средних частот оказывает значительное влияние на величину индекса изоляции воздушного шума (R_w , дБ), и, соответственно, на выполнение нормативных требований СП 51.13330 «Защита от шума». Поэтому при проектировании звукоизолирующих многослойных ограждений необходимо смещать резонансный провал системы «масса-упругость-масса» в диапазон более низких частот. Одним из наиболее эффективных способов решения данной задачи является применение акустического разобщения облицовок и среднего слоя [7].

С учетом положительных результатов, полученных ранее для сэндвич-панелей с листовыми облицовками [7], [8], авторами разработан новый тип звукоизолирующего ограждения – легкая бескаркасная перегородка с торкрет-облицовками и акустическим разобщением слоев. На его конструктивное решение (см. рис. 2) оформлен патент [9].

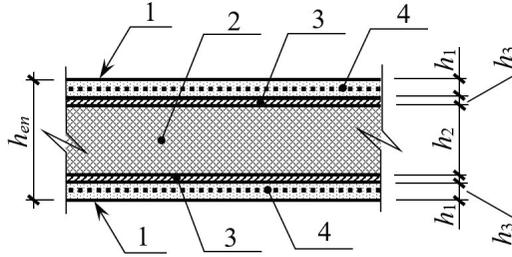


Рис. 2. Схема конструктивного решения легкой бескаркасной перегородки с торкрет-облицовками и акустическим разобщением слоев общей толщиной h_{en} (поперечное сечение): 1 – торкрет-облицовка толщиной h_1 ; 2 – средний слой толщиной h_2 ; 3 – акустическое разобщение слоев (слой упругого материала толщиной h_3); 4 – армирующая сетка

Первый этап экспериментальных исследований звукоизоляции нового типа ограждения был проведен в Средних акустических камерах Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета. Результаты исследований приведены на рис. 3, 4 – для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 12$ мм и $h_1 = 24$ мм, соответственно.

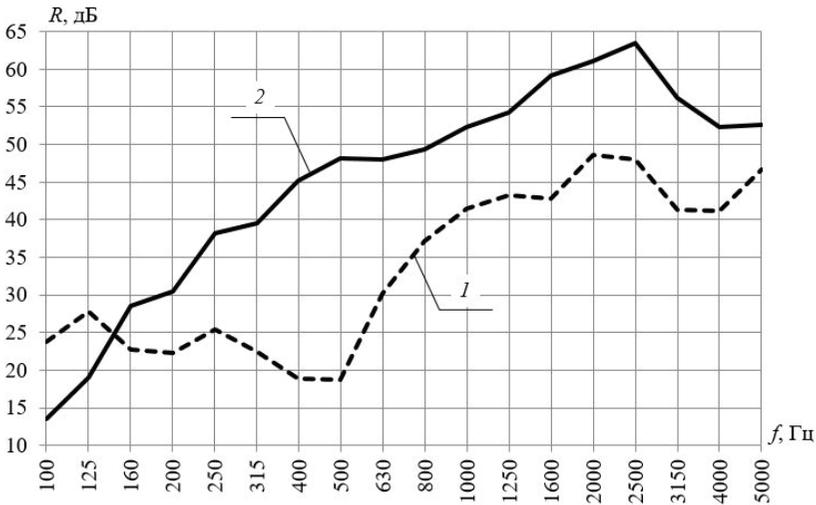


Рис. 3. Экспериментальные частотные характеристики звукоизоляции легких бескаркасных перегородок с торкрет-облицовками (размеры образцов $2,0 \times 1,2$ м; торкрет-облицовки из гипсовой смеси, $h_1 = 12$ мм; средний слой из жесткой минеральной ваты, $h_2 = 50$ мм): 1 – образец без акустического разобщения слоев, общая толщина образца $h_{en} = 74$ мм; 2 – образец с акустическим разобщением слоев, слои акустического разобщения из матов полиэфирного волокна, $h_3 = 4$ мм, общая толщина образца $h_{en} = 82$ мм



Рис. 4. Экспериментальные частотные характеристики звукоизоляции легких бескаркасных перегородок с торкрет-облицовками (размеры образцов $2,0 \times 1,2$ м; торкрет-облицовки из гипсовой смеси $h_1 = 24$ мм; средний слой из жесткой минеральной ваты, $h_2 = 50$ мм): 1 – образец без акустического разобщения слоев, общая толщина образца $h_{en} = 98$ мм; 2 – образец с акустическим разобщением слоев, слои акустического разобщения из матов полиэфирного волокна, $h_3 = 4$ мм, общая толщина образца $h_{en} = 106$ мм

Анализируя представленные результаты, можно сделать вывод о значительном влиянии акустического разобщения слоев на звукоизоляцию образцов во всем нормируемом диапазоне частот:

1) резонансный провал системы «масса-упругость-масса» смещается из диапазона средних частот в диапазон низких частот: для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 12$ мм смещение происходит с частоты $f_{msm1} = 500$ Гц на частоту $f_{msm2} = 100$ Гц, т. е. более чем на 2 октавы (см. рис. 3); для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 24$ мм смещение происходит с частоты $f_{msm1} = 315$ Гц на частоту $f_{msm2} = 80$ Гц, т. е. на 2 октавы (см. рис. 4);

2) звукоизоляция повышается в широком диапазоне средних и высоких частот: для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 12$ мм повышение составляет от 5 до 28 дБ в диапазоне частот $f = 160$ –5000 Гц (см. рис. 3); для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 24$ мм повышение составляет от 2 до 21 дБ в диапазоне частот $f = 125$ –3150 Гц (см. рис. 4);

3) смещение резонансных провалов системы «масса-упругость-масса» в диапазон низких частот приводит к снижению звукоизоляции в данном диапазоне: для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 12$ мм снижение составляет от 8 до 10 дБ в диапазоне частот $f = 100$ –125 Гц (см. рис. 3); для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 24$ мм снижение составляет 3 дБ на частоте $f = 100$ Гц (см. рис. 4).

На рис. 3, 4 также можно видеть расположение резонансных провалов вблизи граничных частот области полных пространственных резонансов: для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 12$ мм резонанс расположен на частоте $f = 4000$ Гц; для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 24$ мм резонанс расположен на частоте $f = 2000$ Гц.

Индексы изоляции воздушного шума исследованных образцов изменились

на значительные величины за счет применения акустического разобщения слоев: для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 12$ мм повышение составило $\Delta R_w = 45$ дБ – 31 дБ = 14 дБ; для образцов с толщинами торкрет-облицовок $h_1 = 24$ мм повышение составило $\Delta R_w = 47$ дБ – 36 дБ = 11 дБ.

Второй этап экспериментальных исследований звукоизоляции нового типа ограждения был проведен в Больших акустических камерах ННГАСУ в соответствии с требованиями ГОСТ 27296-2012 (объем камеры высокого уровня $V_{КВУ} = 259$ м³, объем камеры низкого уровня $V_{КНУ} = 211$ м³, площадь испытательного проема $S = 10,5$ м²). Результаты исследований приведены на рис. 5. Анализируя представленные результаты, можно сделать следующие выводы:

1) для большинства частот нормируемого диапазона звукоизоляция легкой перегородки с торкрет-облицовками (кривая 1) значительно превосходит звукоизоляцию перегородок из традиционных материалов, используемых в строительстве: для перегородки из кирпичной кладки (кривая 2) превышение составляет от 4 до 17 дБ в диапазоне частот $f = 200$ –1600 Гц; для перегородки из газосиликатных блоков (кривая 3) превышение составляет от 4 до 22 дБ в диапазоне частот $f = 125$ –5000 Гц;

2) на частоте $f = 100$ Гц можно видеть резкое снижение звукоизоляции перегородки с торкрет-облицовками (кривая 1) по сравнению со звукоизоляцией кирпичной перегородки (кривая 2) и перегородки из газосиликатных блоков (кривая 3). Это вызвано расположением в данном диапазоне резонансной частоты системы «масса-упругость-масса». Провал звукоизоляции на частоте $f = 2000$ Гц расположен вблизи резонансной частоты области полных пространственных резонансов торкрет-облицовки.

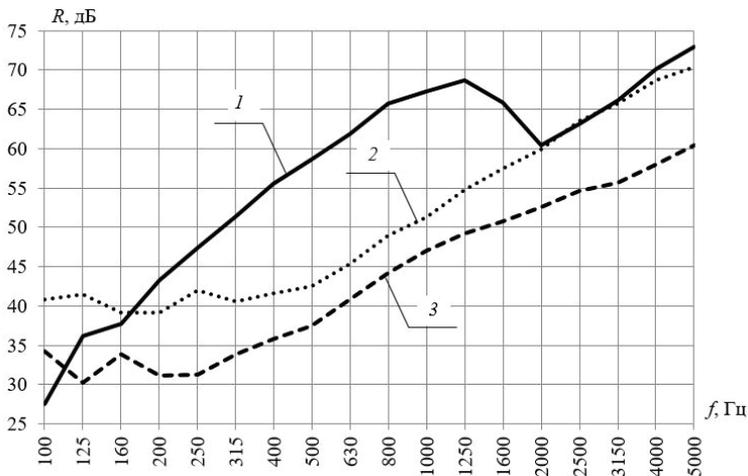


Рис. 5. Экспериментальные частотные характеристики звукоизоляции исследуемых образцов перегородок (размеры образцов 4,2×2,5 м): 1 – легкая бескаркасная перегородка с торкрет-облицовками с акустическим разобщением слоев (торкрет-облицовки из гипсовой смеси, $h_1 = 25$ мм; средний слой из жесткой минеральной ваты, $h_2 = 50$ мм; слои акустического разобщения из матов полиэфирного волокна, $h_3 = 4$ мм; общая толщина образца $h_{en} = 158$ мм); 2 – перегородка из кирпичной кладки (полнотелый силикатный кирпич на цементно-песчаном растворе, толщина образца $h_{en} = 120$ мм); 3 – перегородка из газосиликатных блоков D600 (кладка на клеевом растворе, толщина образца $h_{en} = 200$ мм)



3) индекс изоляции воздушного шума легкой перегородки с торкрет-облицовками значительно превышает показатели других исследованных перегородок: по сравнению с перегородкой из кирпичной кладки превышение составило $\Delta R_w = 57 \text{ дБ} - 49 \text{ дБ} = 8 \text{ дБ}$; по сравнению с перегородкой из газосиликатных блоков превышение составило $\Delta R_w = 57 \text{ дБ} - 43 \text{ дБ} = 14 \text{ дБ}$;

4) высокие звукоизоляционные характеристики нового типа ограждения достигнуты при меньшей массе по сравнению с другими исследованными образцами: поверхностная плотность легкой перегородки с торкрет-облицовками $\mu_1 = 65 \text{ кг/м}^2$; поверхностная плотность перегородки из кирпичной кладки $\mu_2 = 192 \text{ кг/м}^2$; поверхностная плотность перегородки из газосиликатных блоков $\mu_3 = 120 \text{ кг/м}^2$.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать новый тип легкой перегородки с торкрет-облицовками с акустическим разобщением слоев в качестве внутренней ограждающей конструкции между помещениями гражданских и промышленных зданий. При относительно небольших значениях поверхностной плотности ($\mu = 65 \text{ кг/м}^2$) и толщины ($h_{\text{ен}} = 158 \text{ мм}$) данные перегородки обеспечивают выполнение нормативных требований СП 51.13330 «Защита от шума» по величине индекса изоляции воздушного шума ($R_w = 57 \text{ дБ}$) и могут применяться в следующих типах зданий:

1) в жилых зданиях – в качестве перегородок без дверей между комнатами ($R_{\text{итреб}} \geq 43 \text{ дБ}$); перегородок между кухней и комнатой в квартире ($R_{\text{итреб}} \geq 43 \text{ дБ}$); перегородок между санузлом и комнатой одной квартиры ($R_{\text{итреб}} \geq 47 \text{ дБ}$);

2) в гостиницах, имеющих категории «пять звезд» и «четыре звезды» – в качестве перегородок между номерами ($R_{\text{итреб}} \geq 53 \text{ дБ}$); в качестве перегородок, отделяющих номера от помещений общего пользования ($R_{\text{итреб}} \geq 53 \text{ дБ}$);

3) в гостиницах, имеющих категории «три звезды» – в качестве перегородок между номерами ($R_{\text{итреб}} \geq 51 \text{ дБ}$); в качестве перегородок, отделяющих номера от помещений общего пользования ($R_{\text{итреб}} \geq 51 \text{ дБ}$);

4) в гостиницах, имеющих категории ниже «три звезды» – в качестве перегородок между номерами ($R_{\text{итреб}} \geq 50 \text{ дБ}$); в качестве перегородок, отделяющих номера от помещений общего пользования ($R_{\text{итреб}} \geq 51 \text{ дБ}$);

5) в административных зданиях и в офисах – в качестве перегородок между кабинетами и отделяющие кабинеты от рабочих комнат ($R_{\text{итреб}} \geq 45 \text{ дБ}$);

6) в административных зданиях и в офисах – в качестве перегородок между офисами различных фирм, между кабинетами различных фирм ($R_{\text{итреб}} \geq 48 \text{ дБ}$);

7) в больницах и санаториях – в качестве перегородок между палатами, кабинетами врачей ($R_{\text{итреб}} \geq 48 \text{ дБ}$); перегородок между операционными и перегородок, отделяющих операционные от других помещений ($R_{\text{итреб}} \geq 54 \text{ дБ}$);

8) в образовательных организациях – в качестве перегородок между классами, кабинетами и аудиториями и перегородок, отделяющих эти помещения от помещений общего пользования ($R_{\text{итреб}} \geq 48 \text{ дБ}$);

9) в дошкольных образовательных организациях – в качестве перегородок между групповыми комнатами, спальнями и между другими детскими комнатами ($R_{\text{итреб}} \geq 47 \text{ дБ}$); перегородок, отделяющих групповые комнаты, спальни от кухонь ($R_{\text{итреб}} \geq 52 \text{ дБ}$).

В дальнейшем планируется продолжение исследований звукоизоляции легких перегородок с торкрет-облицовками и разработка новых конструктивных решений для применения в строительстве.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шубин, И. Л. Звукоизоляция ограждающих конструкций в многоэтажных зданиях. Требования и методы обеспечения / И. Л. Шубин, В. А. Аистов, М. А. Пороженко. – Текст : электронный // Строительные материалы. – 2019. – № 3. – С. 33–43. – URL: https://elibrary.ru/download/elibragy_37608689_15565621.pdf.
2. Расчеты шума при проектировании шумозащиты в производственных зданиях : монография / А. И. Антонов, В. И. Леденев, И. В. Матвеева, И. Л. Шубин. – Москва ; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 274 с. – ISBN: 978-5-4499-06 16-8.
3. Кочкин, А. А. Физико-технические основы проектирования звукоизоляции легких ограждающих конструкций зданий из элементов с вибродемпфирующими слоями : монография / А. А. Кочкин, Н. А. Кочкин. – Вологда : Вологодский государственный университет, 2022. – 163 с. – Текст : непосредственный.
4. Способы повышения звукоизоляции ограждающих конструкций зданий / А. А. Кочкин, Л. Э. Шашкова, Н. А. Кочкин, А. В. Иванова. – Текст : электронный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 1. – С. 41–51. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibragy_48294541_12460610.pdf.
5. Лелюга, О. В. Исследование звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций с учетом структурной звукопередачи / О. В. Лелюга, С. Н. Овсянников, И. Л. Шубин // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2018. – № 7. – С. 39–43.
6. Экспериментальные исследования звукоизоляции сэндвич-панелей с торкрет-облицовками / Д. С. Кузьмин, Д. В. Монич, П. А. Гребнев, О. В. Градова // Жилищное строительство. – 2022. – № 7. – С. 18–23.
7. Гребнев, П. А. Исследование звукоизолирующих свойств бескаркасных ограждающих конструкций из сэндвич-панелей / П. А. Гребнев, Д. В. Монич. – Текст : электронный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2014. – № 3. – С. 53–59. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibragy_22025215_32848489.pdf.
8. Патент № 153758 U1 Российская Федерация. Звукоизолирующее ограждение : № 2014123097/03 : заявл. 06.05.2014 : опубл. 27.07.2015 / В. Н. Бобылев, П. А. Гребнев, Д. В. Монич, В. А. Тишков ; заявитель и патентообразователь Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – 11 с. ил. – Текст : непосредственный.
9. Патент № 214565 U1, Российская Федерация. Звукоизолирующее ограждение : № 2022124938U : заявл. 22.09.2022 : опубл. 03.11.2022 / Д. С. Кузьмин, В. Н. Бобылев, В. И. Ерофеев, И. С. Павлов, П. А. Гребнев, А. В. Гагулаев, А. П. Ефимов, С. Н. Поleshиков. : заявитель и патентообразователь Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Текст : непосредственный.

KUZMIN Denis Sergeevich, postgraduate student, senior teacher of the chair of architecture; MONICH Dmitry Viktorovich, doctor of technical sciences, professor of the chair of architecture; BOBYLYOV Vladimir Nikolaevich, corresponding member of RAACS, professor, holder of the chair of architecture; GREBNEV Pavel Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture

SOUND INSULATION OF LIGHT PARTITIONS WITH SHOTCRETED CLADDINGS AND ACOUSTIC SEPARATION OF LAYERS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-36;
e-mail: dmitriy.monich@mail.ru

Key words: sound insulation, light partitions, shotcreted cladding, acoustic separation of layers.



The article presents the results of studies of sound insulation of a new type of sound insulating enclosures for use in construction of frameless light partitions with shotcreted claddings and acoustic separation of layers. A comparative analysis of frequency characteristics of the sound insulation of a new type of partition with an analogue partition without acoustic separation of layers, as well as with partitions made of brickwork and gas silicate blocks, was carried out. Airborne sound insulation indexes for the studied samples are determined. A significant advantage of the sound insulating properties of light partitions with shotcreted claddings and acoustic separation of layers in comparison with other types of considered enclosures is shown.

REFERENCES

1. Shubin I. L., Aistov V. A., Porozhenko M. A. Zvukoizolyatsiya ograzhdayuschikh konstruksiy v mnogoetaznykh zdaniyakh. Trebovaniya i metody obespecheniya [Sound insulation of enclosing structures in multi-storey buildings. Requirements and methods of provision]. Stroitelnye materialy [Construction Materials]. – 2019. – № 3. – P. 33–43. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_37608689_15565621.pdf.
2. Antonov A. I., Ledenev V. I., Matveeva I. V., Shubin I. L. Raschyoty shuma pri proektirovani shumozaschity v proizvodstvennykh zdaniyakh [Noise calculations in the design of noise protection in industrial buildings]. Monografiya. Moscow, Berlin: Direkt-Media, 2020. – 274 p. – ISBN: 978-5-4499-06 16-8.
3. Kochkin A. A., Kochkin N. A. Fiziko-tehnicheskie osnovy proektirovaniya zvukoizolyatsii lyogkikh ograzhdayuschikh konstruksiy zdaniy iz elementov s vibrodempfiruyuschimi sloyami [Physical and technical fundamentals for designing sound insulation of light building envelopes of elements with vibration damping layers]. Monografiya. Vologda: Vologodsk. gos. un-t, 2022. – 163 p.
4. Kochkin A. A., Shashkova L. E., Kochkin N. A., Ivanova A. V. Sposoby povysheniya zvukoizolyatsii ograzhdayuschikh konstruksiy zdaniy [Ways to increase sound insulation of enclosures of buildings]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2022. № 1. – P. 41–51. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48294541_12460610.pdf.
5. Lelyuga O. V., Ovsyannikov S. N., Shubin I. L. Issledovanie zvukoizolyatsii vnutrennikh ograzhdayuschikh konstruksiy s uchyotom strukturnoy zvukoperedachi [Study of sound insulation of internal enclosing structures, taking into account structural sound transmission]. BST: Byulleten stroitelnoy tekhniki [BST: Building Machinery Bulletin]. 2018. № 7 – P. 39–43.
6. Kuzmin D. S., Monich D. V., Grebnev P. A., Gradova O. V. Eksperimentalnye issledovaniya zvukoizolyatsii sendvich-paneley s torkret-oblitovkami [Experimental studies of sound insulation of sandwich panels with shotcrete facings]. Zhilischnoe stroitelstvo [Housing construction]. Moscow, Stroymaterialy, 2022. № 7. – P. 18–23.
7. Grebnev P. A., Monich D. V. Issledovanie zvukoizoliruyuschikh svoystv beskarkasnykh ograzhdayuschikh konstruksiy iz sendvich-paneley [The study of sound insulation of frameless enclosing structures made of sandwich-panels]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2014. № 3. – P. 53–59.
8. Bobylyov V. N., Grebnev P. A., Monich D. V., Tishkov V. A. Zvukoizoliruyushee ograzhdenie [Sound insulating enclosure]. Patent № 153758 U1, RF, № 2014123097/03 : 06.05.2014: opubl. 27.07.2015 ; zayavitel i patentoobrazovatel Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – 11 p.: il.
9. Kuzmin D. S., Bobylyov V. N., Erofeev V. I., Pavlov I. S., Grebnev P. A., Gagulaev A. V., Efimov A. P., Poleschikov S. N. Zvukoizoliruyushee ograzhdenie [Sound insulating enclosure]. Patent № 214565 U1, RF; № 2022124938U : zayavl. 22.09.2022 : opubl. 03.11.2022: zayavitel i patentoobrazovatel Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t.

© Д. С. Кузьмин, Д. В. Монич, В. Н. Бобылев, П. А. Гребнев, 2023

Получено: 28.01.2023 г.



УДК 624.014.7

В. В. МЫЛЬНИКОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры технологии строительства;
О. Б. КОНДРАШКИН, канд. тех. наук, зав. кафедрой технологии строительства;
И. А. ГУЛИН, ст. преп. кафедры технологии строительства

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ВНУТРЕННЕГО ОКИСЛЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-74;
эл. почта: Lis2086@yandex.ru

Ключевые слова: дисперсно-упрочненные композиционные материалы (ДУКМ), свойства материалов, требования к изготовлению дисперсно-упрочненных материалов.

Рассматривается вопрос о применении дисперсно-упрочненных композиционных материалов в строительных конструкциях и приводится обзор свойств материалов, которые делают их конкурентными по сравнению со строительной сталью в некоторых видах строительных конструкций. Эти преимущества обеспечиваются физическими свойствами алюминиевых сплавов, а также процессом их производства.

К главным достоинствам алюминия можно отнести малый вес, коррозионную стойкость и функциональность. В области строительства нишами для применения алюминия являются:

- большепролетные здания, имеющие сложную геометрию покрытия, в которых динамические нагрузки меньше статических. К таким конструкциям относятся сетчатые пространства, перекрывающие большие площади (например, над стадионами и общественными пространствами);
- здания, имеющие помещения с коррозионными и влажными средами (например, плавательные бассейны);
- конструкции нефтяных платформ и специальные конструкции, для которых техническое обслуживание должно сводиться к минимуму (мачты, антенны, конструкции для крепления дорожных знаков) [1].

С целью удовлетворения запросов проектировщиков ведется разработка принципиально новых материалов, к которым, безусловно, можно отнести композиционные материалы с металлической матрицей, а к их основным преимуществам – более высокие прочностные показатели – увеличение жесткости и модуля упругости [2, 3].

В качестве упрочняющей фазы дисперсно-упрочненных композиционных материалов применяют частицы оксидов, карбидов, нитридов [4]. Из всех существующих твердофазных и жидкофазных методов получения наиболее широко в настоящее время применяются жидкофазные, которые, в свою очередь, можно разделить на три вида:

- 1) экзогенное армирование;
- 2) эндогенное армирование;
- 3) комбинированные способы.

Сейчас большой интерес прикован к литым алюмоматричным композиционным сплавам при введении в них мелких тугоплавких добавок; при заливке это



приводит к тому что число центров кристаллизации существенно увеличивается при охлаждении расплава [5]. К одному из способов получения композита Al-TiC при синтезе карбида титана в расплаве добавляется углеводородосодержащий газ, как правило, аргон и метан в расплав Al-Ti [6]. Процесс происходит при 1200 °C – 1300 °C по времени от 20 до 60 минут. Это зависит от состава матрицы, количества расплава и доли, которая требуется TiC [7].

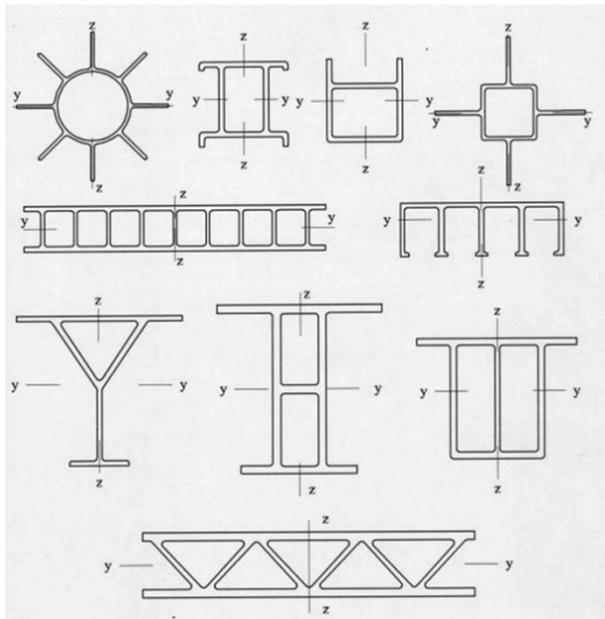


Рис. 1. Классические алюминиевые профили, изготовленные методом прессования



Рис. 2. Дорожная алюминиевая конструкция

К наиболее перспективным технологиям можно отнести и метод внутреннего окисления [8, 9]. У этого метода перед существующими есть большое количество преимуществ, к ним можно отнести такие, как равномерное получение устойчи-



вой дисперсной фазы в готовых изделиях. Необходимо отметить недостатки этого метода, так как он пригоден для изделий и заготовок небольшой толщины по причине того, что с увеличением глубины проникновения кислорода происходит в том же направлении укрупнение образующихся окислов.

При изготовлении дисперсно-упрочненных композиционных материалов обязательно нужно соблюдать следующие требования. К ним можно отнести равномерное распределение армирующего наполнителя, необходимый уровень прочности связи на границе матрица-наполнитель, требования к технологичности процесса и его экономики [10].

Целью научной работы является разработка и опробования технологии получения дисперсно-композиционных материалов на основе алюминия и изучение его структурно-фазового состояния для применения в строительстве. С этой целью сконструирована установка для получения материала на основе алюминия, ее принцип действия основан на процессе взаимодействия расплава алюминия кислородом. В этом случае в расплаве синтезируются упрочненные частицы. Преимущества этого метода состоят в том, что композиты можно получать в одну стадию и обеспечивать при этом термодинамическую устойчивость материала, прочный контакт и хорошее сцепление между матрицей и упрочняющей фазой [11].

Описанная технология является частным случаем горения металлизированного топлива в тепловыделяющем элементе воздухонезависимой энергетической установки.

В ходе проведенной работы в качестве исходного материала применялся сплав алюминия А6 составом (99,6 % Al и примесью Si и Fe) [12].

Исследование структурно-фазового материала проводили с применением микроскопов *HITACHI S-3400N* и дифрактомера Дрон-2. Твердость материала измерялась на следующих моделях приборов: твердомер ТКС-1М, ПМТ-3. Испытания на ударную вязкость были выполнены на маятниковом копре МК-30а. Часть работ была выполнена на машине, принцип которой описан в [13].

Экспериментальная часть работы

Для проведения экспериментальной части по созданию нового материала была разработана и изготовлена установка для получения и разлива сплава заданного состава. Время синтеза упрочняющих частиц составляло от 10 минут до часа, при пропуске газа через расплав до 0,45 г кислородной-азотной смеси на 1 г алюминия. Основное количество экспериментов проводилось на образцах следующих размеров: диаметр 45–50 мм, высота 80–100 мм (рис. 1 цв. вклейки).

В результате металлографических и рентгеноструктурных исследований установлено, что матрицей полученного металлокерамического материала является алюминий, основные фазы ввода которого – оксид алюминия и нитрид алюминия [14]. В некоторых случаях было замечено отсутствие дифракционных отражений оксида алюминия, такой процесс можно объяснить образованием рентгеноаморфной разновидности, либо нахождение частиц высоко дисперсного оксида алюминия в составе пластичной матрицы. Размеры твердой фазы находятся в интервале от 0,5 до 2 мм (рис. 2 цв. вклейки). Степень насыщения матрицы материала дисперсными частицами составляет от 5 до 40 %.

Твердость полученного материала в литом состоянии составляет порядка около 50-75 HRF (измерение твердости материала были произведены на твердомере ТКС-1М), а микротвердость фазы внедрения превышает 480 НВ (рис. 4 цв. вклейки).

На микроструктуре получаемого материала, показанной на рис. 3 цв. вклейки, зафиксированы размеры отпечатков пирамидки микротвердомера ПМТ-3,

**К СТАТЬЕ В. В. МЫЛЬНИКОВА, О. Б. КОНДРАШКИНА,
И. А. ГУЛИНА «ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ПОЛУЧЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ВНУТРЕННЕГО ОКИСЛЕНИЯ ДЛЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»**



Рис. 1. Отливки ДУКМ системы Al₂O₃ – Al с ростом процентного содержания керамической фазы (слева направо)

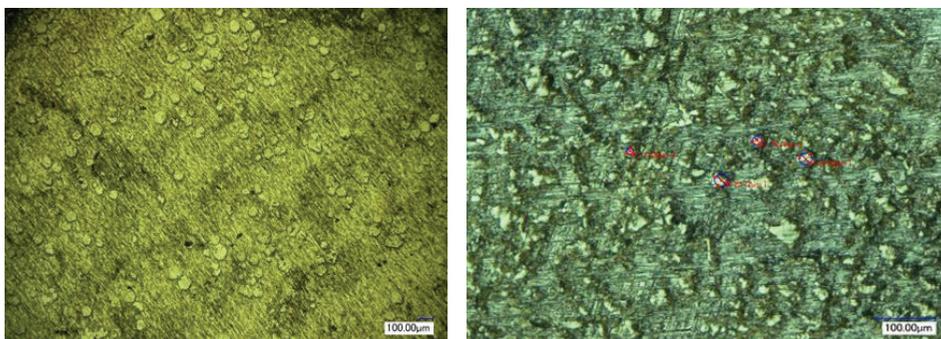


Рис. 2. Микроструктура получаемого материала

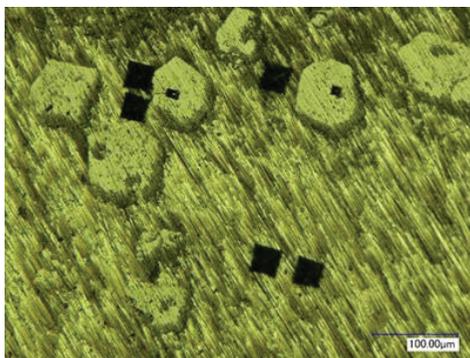


Рис. 3. Микроструктура получаемого материала, измерение твердости с использованием ПМТ-3

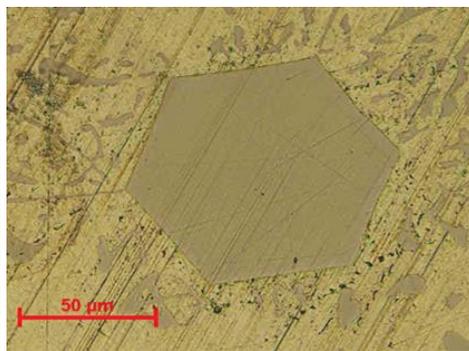


Рис. 4. Микроструктура с шестигранной призматической формой упрочняющей фазы

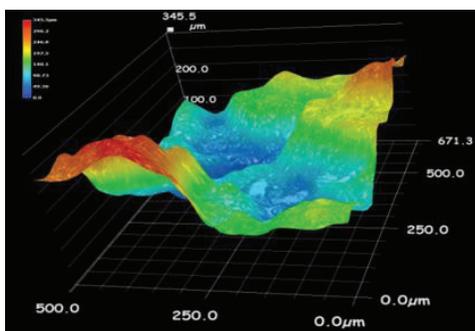


Рис. 5. 3D-структура излома полученного материала



Рис. 6. Износ пилы при резке ТВЭЛ

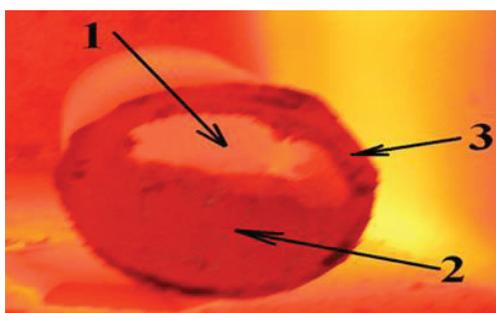


Рис. 7. Нагрев до $t = 95\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$

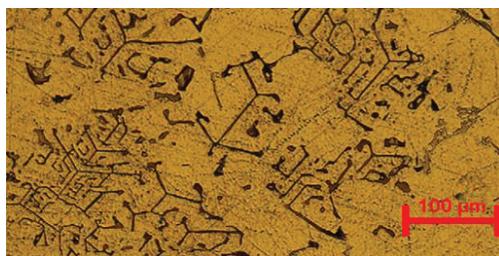


Рис. 8. Образец материала со скелетной структурой



что наглядно показывает различие в твердости между матричной основой и фазами включения. Необходимо отметить что упрочняющая фаза имеет четко выраженную структуру в виде шестигранной призматической формы кристалла (рис. 4 цв. вклейки) по признаку предполагаемой гексагональной плотноупакованной формы элементарной ячейки.

Были проведены сравнительные испытания на вязкость разрушения. На рис. 5 цв. вклейки приведена 3D-структура излома материала, на которой почти во всех экспериментальных случаях не наблюдается резких фасеток сколов. Переходы по различным плоскостям разрушения (которые выделены различными цветами) довольно плавные, что говорит о том, что процесс разрушения упорядоченный. Перепады в высотах фрактографии излома наиболее вероятно связаны с зонами распределения упрочняющей фазы. Разрушение материала в этом случае можно характеризовать свойствами вязкого разрушения, при этом необходимо учитывать то, что перевод энергии в матрицу происходит на границе ее раздела с упрочняющей фазой.

Упрочняющие частицы материала значительно увеличивают энергоемкость разрушения образца, так как ударная вязкость полученного материала за счет изменения содержания фазы внедрения лежит в интервале 23–85 Дж/см². Кроме того, необходимо отметить что при подготовке образцов с целью микроструктурного анализа отмечено повышение их стойкости к истиранию. В частности, на рис. 6 цв. вклейки приведен пример пилы, при помощи которой была сделана попытка перерезать аварийный ТВЭЛ, который был защищен стальной гильзой диаметром 50 мм при толщине стенки 3 мм, который выгорел приблизительно на 70 %. В результате этого были израсходованы 2 пилы, и ни в одном случае рез не прошел более чем на 30 мм.

Была выявлена устойчивая стойкость при работе с повышенными температурами. На рис. 7 приведен пример нагрева ТВЭЛ до температуры 9 500 °С при расплавлении слива остатков алюминия. Очевидно, что при нагреве не произошло расплавление ДУКМ в штатный слив, поэтому было просверлено вспомогательное отверстие: на рис. 7 обозначено цифрами: 1 – отверстие, 2 – ДУКМ со степенью насыщения порядка 70 % Al₂O₃, 3 – защитная гильза.

Кроме этого, в ряде экспериментов была получена скелетная структура материала, которая показана на рис. 8.

Заключение

В ходе научно-исследовательской работы была практически осуществлена возможность создания ДУКМ на основе алюминия, который получили продувкой кислорода, содержащей газовую смесь. Проведенные исследования микроструктуры показали нам возможность существенного варьирования диапазона механических свойств материала. Проведенные исследования показывают принципиальную возможность применения ДУКМ в производстве строительных материалов и изготовления из них как отдельных элементов строительных конструкций (тавры, двутавры, швеллеры), так и несущих каркасов зданий.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-13-20009, <https://rscf.ru/project/22-13-20009/>». Полное наименование Фонда на английском языке – Russian Science Foundation, сокращенное наименование – RSF. Ссылка на информацию о проекте: <https://rscf.ru/en/project/22-13-20009/>.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каблов, Е. Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года / Е. Н. Каблов. – Текст : электронный // *Авиационные материалы и технологии*. – Москва, 2012. – С. 7–17. – URL: www.viam.ru/public.
2. *Алюминиевые композиционные сплавы – сплавы будущего : учебное пособие / составители А. Р. Луц, И. А. Галочкина*. – Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – 82 с. : ил. – Текст : непосредственный.
3. Курганова, Ю. А. Перспективы развития металломатричных композиционных материалов промышленного назначения / Ю. А. Курганова. – Текст : непосредственный // *Сервис в России и за рубежом*. – 2012. – № 3 (30). – С. 235–240.
4. *Композиционные материалы с матрицей из алюминиевых сплавов, упрочненных частицами, для пар трения скольжения / Т. А. Чернышова, Ю. А. Курганова, Л. И. Кобелева [и др.]* – Текст : непосредственный // *Конструкции из композиционных материалов*. – 2007. – № 3. С. 39–48.
5. *Проблемы и перспективы развития производства и применения алюмоматричных композиционных сплавов / А. А. Панфилов, Е. С. Прусов, В. А. Кечин*. – Текст : непосредственный // *Труды Нижегородского государственного технического университета им. П. Е. Алексеева*. – 2013. – № 2 (99). – С. 210–218.
6. Адебиси, А. А. Композитный тормозной ротор с металлической матрицей: историческое развитие и анализ жизненного цикла продукта / А. А. Адебиси, М. А. Малек, М. М. Рахман. – Текст : непосредственный // *Международный журнал автомобильной и машиностроительной техники*. – 2011. – Том. 4. – С. 471–480.
7. *Технология получения композита Al-TiC из порошковых экзотермических смесей непосредственно в расплаве алюминия / Е. Г. Кандалова, А. Р. Луц, А. Г. Макаренко, А. В. Орлов* // *Заготовительные производства в машиностроении*. – 2005. – № 11. – С. 47–51.
8. Кем, А. Ю. *Технологические основы производства порошковых и композиционных наноструктурных материалов и изделий : учебное пособие / А. Ю. Кем ; Федеральное агентство по образованию, Донской гос. технический ун-т*. – Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ, 2008. – 113 с. : ил., табл. – ISBN 978-5-7890-0444-99. – Текст : непосредственный.
9. Минаев, А. М. О внутреннем окислении высокочистого алюминия / А. М. Минаев, В. А. Пручкин // *Вопросы современной науки и практики*. Университет им. В. И. Вернадского. – 2011. – № С (36). – С. 48–53.
10. Курганова, Ю. А. Повышение механических свойств дискретно-армированных композиционных материалов с алюминиевой матрицей / Ю. А. Курганова. – Текст : непосредственный // *Заготовительные производства в машиностроении*. – 2007. – № 5. – С. 46–52.
11. Калай, Юнус Эрен. Характеристика низкоскоростного удара монолитных и многослойных плит AA2024 методом испытания на падение веса / Ю. Э. Калай. – 2003. – 149 с.
12. Романова, Е. А. Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия / Е. А. Романова, В. В. Мыльников. – Текст : непосредственный // *Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия*. – 2017. – № 4. – С. 29–36. – DOI 10.17073/1997-308X-2017-4-29-36.
13. Романов, А. Д. Исследование особенностей жидкофазного окисления алюминиевого расплава с получением алюмоматричного композиционного материала / А. Д. Романов, Е. А. Романова, Е. А. Чернышов. – Текст : непосредственный // *Металлург*. – 2021. – № 7. – С. 75–80. – DOI 10.52351/00260827_2021_07_75.



MYLNIKOV Vladimir Viktorovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of construction technology; KONDRASHKIN Oleg Borisovich, candidate of technical sciences, holder of the chair of construction technology; GULIN Ivan Anatolevich, senior teacher of the chair of construction technology

FEATURES OF APPLICATION OF DISPERSED-HARDENED COMPOSITE MATERIALS OBTAINED BY INTERNAL OXIDATION TECHNOLOGY FOR BUILDING STRUCTURES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-74;

e-mail: nir@nngasu.ru

Key words: dispersed-hardened composite materials, properties of materials, requirements for manufacture of dispersed-hardened materials.

The article considers the use of dispersed-hardened composite materials in building structures and provides an overview of the properties of materials that make them competitive compared to building steel in some types of building structures. These advantages are provided by the physical properties of aluminum alloys, as well as their production process.

REFERENCES

1. Kablov E. N. Strategicheskie napravleniya razvitiya materialov i tekhnologii ikh pererabotki na period do 2030 goda [Strategic directions of development of materials and technologies of their processing for the period up to 2030] // *Aviatsionnye materialy i tekhnologii* [Aviation materials and technologies]. Moscow, 2012. P. 7–17. – URL: www.viam.ru/public.
2. Alyuminiyevye kompozitsionnye splavy – splavy buduschego [Aluminum composite alloys are the alloys of the future]: uchebnoe posobie / sostaviteli A. R. Lutz, I. A. Galochkina. – Samara : Samar. gos. tekhn. un-t, 2013. – 82 p. : il.
3. Kurganova Yu. A. Perspektivy razvitiya metallomatrichnykh kompozitsionnykh materialov promyshlennogo naznacheniya [Prospects for the development of metal matrix composite materials for industrial use] // *Servis v Rossii i za rubezhom* [Service in Russia and abroad]. 2012. № 3 (30). – P. 235–240.
4. Chernyshova T. A., Kurganova Yu. A., Kobeleva L. I., et al. Kompozitsionnye materialy s matritsey iz alyuminiyevykh splavov, uprochnyonykh chastitsami, dlya par treniya skolzheniya [Composite materials with a matrix of aluminum alloys hardened by particles for sliding friction pairs] // *Konstruktsii iz kompozitsionnykh materialov* [Constructions of composite materials]. 2007, № 3. – P. 39–48.
5. Panfilov A. A., Prusov E. S., Kechin V. A. Problemy i perspektivy razvitiya proizvodstva i primeneniya alyumomatrichnykh kompozitsionnykh splavov [Problems and prospects of development of production and application of aluminum-matrix composite alloys] // *Trudy Nizhegorod. gos. tekhn. un-ta im. R. E. Alekseeva* [Proceedings of the Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev]. № 2 (99). – P. 210–218.
6. Adebisi A. A., Maleque M. A., Rahman M. M. Kompozitny tormoznoy rotor s metallicheskoy matritsey: istoricheskoe razvitie i analiz zhiznennogo tsikla produkta [Metal matrix composite brake rotor: historical development and product life cycle analysis]. *Mezhdunarodny zhurnal avtomobilnoy i mashinostroitelnoy tekhniki* [International Journal of Automotive and Mechanical Engineering]. 2011. Vol. 4. – P. 471–480.
7. Kandalova E. G., Luts A. R., Makarenko A. G., Orlov A. V. Tekhnologiya polucheniya kompozita Al-TiC iz poroshkovykh ekzotermicheskikh smesey neposredstvenno v rasplave alyuminiya [Technology of obtaining Al-TiC composite from powder exothermic mixtures directly



in aluminum melt] // *Zagotovitelnye proizvodstva v mashinostroenii* [Procurement production in mechanical engineering]. 2005. № 11. – P. 47–51.

8. Kem A. Yu. *Tekhnologicheskie osnovy proizvodstva poroshkovykh i kompozitsionnykh nanostrukturnykh materialov i izdeliy* [Technological fundamentals of production of powder and composite nanostructured materials and products] : *uchebnoe posobie*; Federalnoe agentstvo po obrazovaniyu, Donskoy gos. tekhn. un-t. – Rostov on Don : Izd. tsentr DGTU, 2008. – 113 p. : il., tabl. – ISBN 978-5-7890-0444-99.

9. Minaev A. M., Pruchkin V. A. *O vnutrennem okislenii vysokochistogo alyuminiya* [On the internal oxidation of high-purity aluminum] // *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki* [Issues of modern science and practice]. Universitet im. V.I. Vernadskogo. 2011. № С (36). – P. 48–53.

10. Kurganova Yu. A. *Povyshenie mekhanicheskikh svoystv diskretno-armirovannykh kompozitsionnykh materialov s alyuminiyevoy matritsey* [Improving the mechanical properties of discretely reinforced composite materials with an aluminum matrix] // *Zagotovitelnye proizvodstva v mashinostroenii* [Procurement production in mechanical engineering]. 2007, № 5. P. 46 – 52.

11. Kalay Yu. E. *Kharakteristika nizkoskorostnogo udara monolitnykh i mnogosloynnykh plit AA2024 metodom ispytaniya na padenie vesa* [Low velocity impact characteristic of monolithic and laminated AA2024 plates by drop weight test]. 2003. 149 p.

12. Romanova E. A., Mylnikov V. V. *Razrabotka tekhnologii polucheniya alyumomatrchnogo litogo kompozitsionnogo materiala s pomoschy sinteza uprochnyayushey fazy oksida alyuminiya v rasplave alyuminiya* [Development of technology for obtaining aluminum matrix cast composite material by synthesis of the hardening phase of aluminum oxide in aluminum melt] // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Poroshkovaya metallurgiya i funktsionalnye pokrytiya* [News of higher educational institutions. Powder metallurgy and functional coatings]. – 2017. № 4. – P. 29–36. – DOI 10.17073/1997-308X-2017-4-29-36.

13. Romanov A. D., Romanova E. A., Chernyshov E. A. *Issledovanie osobennostey zhidkofaznogo okisleniya alyuminiyevogo rasplava s polucheniem alyumomatrchnogo kompozitsionnogo materiala* [Investigation of the features of liquid-phase oxidation of aluminum melt with the production of aluminum matrix composite material] // *Metallurg* [Metallurgist]. – 2021. № 7 – P. 75-80. – DOI 10.52351/00260827_2021_07_77.

© В. В. МЫЛЬНИКОВ, О. Б. КОНДРАШКИН, И. А. ГУЛИН, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК 624.014.2

О. В. КОЛОТОВ, канд. техн. наук, доц., и. о. зав. кафедрой строительных конструкций

МОДУЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ ПО ТИПУ «КИСЛОВОДСК»

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-88;
эл. почта: k_mk@nngasu.ru

Ключевые слова: модульные покрытия, стропильные фермы, стропильные балки, подстропильные фермы, подстропильные балки, горизонтальные связи.

Рассмотрены 4 варианта конструктивного решения модульного покрытия, состоящего из взаимно перпендикулярных стропильных и подстропильных конструкций. Разработана система связей, обеспечивающая пространственную жесткость. Выполнен анализ по расходу стали.



Модульные конструкции всегда привлекают внимание, так как имеют более выраженную потребительскую ценность.

На протяжении пятидесяти лет заводы легких металлоконструкций изготавливают структурное покрытие типа «Кисловодск», которое пользуется спросом.

Наиболее распространенное покрытие типа «Кисловодск» имеет размеры в плане 30×30 м. Конструктивно оно представляет собой структурную плиту высотой 2,12 м, образованную стержнями трубчатого сечения длиной 3 м и диаметром от 57 до 127 мм. Между собой стержни плиты соединены в узлах при помощи коннекторов. Структурная плита опирается на четыре колонны, расположенные с шагом 18×18 м.

К достоинствам покрытия типа «Кисловодск» следует отнести:

- архитектурную выразительность;
- транспортабельность;
- экономичность по расходу металла;
- однотипность стержней;
- отлаженность процесса изготовления и монтажа;
- легкость стержней и, следовательно, возможность ручной сборки.

Основным недостатком модуля «Кисловодск» является большое количество монтажных элементов (стержней – 700 шт., узловых коннекторов – 220 шт., кровельных прогонов – 110 шт., стоек прогонов – 121 шт.). Все это вызывает высокую трудоемкость изготовления и монтажа и, как следствие, стоимость модуля.

Указанные недостатки могут быть исключены путем замены структурной плиты покрытия на балочные взаимно перпендикулярные конструкции. Эффективность такого подхода была показана Н. С. Москалевым в учебном пособии [1].

В данной статье приведено сравнение по расходу стали четырех вариантов конструктивного решения модульного покрытия размером 30×30 м, состоящего из взаимно перпендикулярных стропильных и подстропильных конструкций. Покрытия оснащены системой связей, обеспечивающей пространственную жесткость. Они опираются на 4 колонны с сеткой 18×18 м по типу конструкции «Кисловодск». Модули запроектированы на нагрузку 400 кг/м^2 . Расчеты выполнены по [2].

Первый вариант покрытия представляет собой систему взаимно перпендикулярных подстропильных и стропильных балок с системой горизонтальных связей. Стропильные балки расположены с шагом 5 м и сопряжены с подстропильными балками в одном уровне. Подстропильные балки опираются на колонны. Балки запроектированы сварными, двутаврового сечения. Монтажные соединения балок разработаны на фланцах. По стропильным балкам устраивается кровля с профилированным настилом.

Более детально конструктивное решение покрытия и анализ расхода стали приведены в статье [3].

Второй вариант покрытия отличается от первого тем, что с целью снижения материалоемкости стропильные и подстропильные балки были запроектированы по методике [2] как балки с гибкой стенкой.

Более детально конструктивное решение покрытия и анализ расхода стали приведены в статье [4].

Третий вариант покрытия представляет собой систему взаимно перпендикулярных подстропильных балок (ПБ) и стропильных ферм (СФ), оснащенную системой связей. Стропильные фермы расположены с шагом 5 м и сопряжены с

подстропильными балками в одном уровне. Подстропильные балки опираются на колонны. Подстропильные балки (ПБ) запроектированы сварными двутаврового сечения высотой 1 м. Высота по габариту стропильных ферм переменная от 1,12 до 1,8 м. Монтажные соединения балок и ферм разработаны на фланцах. По стропильным фермам устраивается кровля с профилированным настилом.

Схема покрытия по *третьему варианту* приведена на рис. 1.

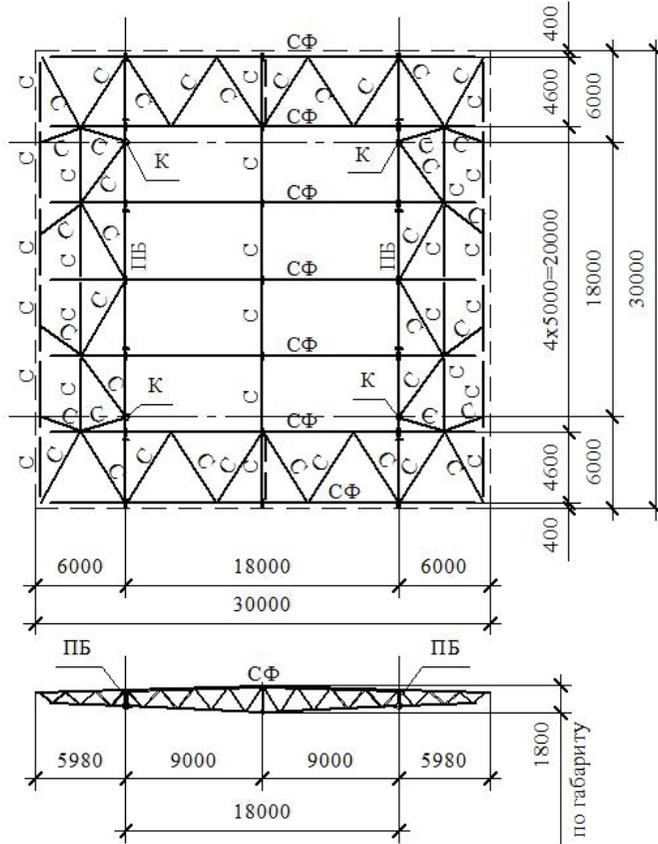


Рис. 1. Схема покрытия с подстропильными балками и стропильными фермами (Вариант 3).

Четвертый вариант покрытия представляет собой систему взаимно перпендикулярных подстропильных и стропильных ферм, оснащенную системой связей. Стропильные фермы (СФ) расположены с шагом 5 м и сопряжены с подстропильными фермами (ПФ) в одном уровне. Подстропильные фермы опираются на колонны. Высота по габариту стропильных ферм переменная: от 1,9 до 2,17 м. Высота по габариту подстропильных ферм 1,7 м. По стропильным фермам устраивается кровля с профилированным настилом.

Схема покрытия по *четвертому варианту* приведена на рис. 2.

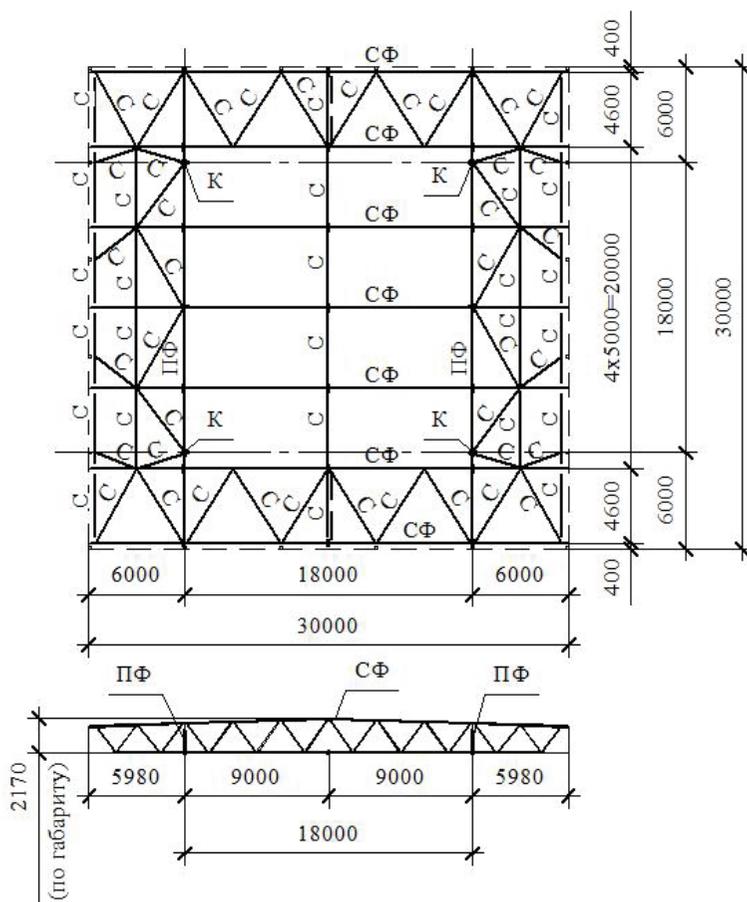


Рис. 2. Схема покрытия со стропильными и подстропильными фермами (Вариант 4)

Все конструктивные решения покрытий выполнены на стадии рабочих чертежей.

Расход стали на 1 м² рассмотренных покрытий приведен в таблице.

Технико-экономические показатели по расходу стали модульных покрытий

Номер элемента	Конструктивный элемент	Расход стали на 1 м ² покрытия, кг/м ²			
		Покрытие с балками (Вариант 1)	Покрытие с балками с гибкой стенкой (Вариант 2)	Покрытие со стропильными фермами и подстропильными балками (Вариант 3)	Покрытие со стропильными и подстропильными фермами (Вариант 4)
1	Подстропильные балки или фермы	10,77	8,24	9,37	9,92
2	Стропильные балки или фермы	14,93	13,51	11,44	11,71
3	Связи	2,25	2,25	4,44	4,45
Всего		27,95	24,0	25,25	26,08



Анализ полученных результатов по расходу стали показал:

1. Рассмотренные варианты покрытий имеют расход стали в диапазоне от 24 до 27,95 кг/м². Расход стали на структурное покрытие «Кисловодск сп30-350» с учетом пересчета его на нагрузку 400 кг/м² составляет 21 кг/м². Таким образом, рассмотренные покрытия тяжелее аналога от 14 до 33 %.

2. Наименьший расход стали имеет покрытие с балками с гибкой стенкой (вариант 2) – 24 кг/м².

3. Рассмотренные покрытия имеют значительно меньшее количество монтажных элементов (практически в 10 раз), что приводит к снижению трудоемкости изготовления и монтажа. В покрытиях использованы профили по стоимости дешевле в среднем на 27 %, чем круглые трубы в структуре «Кисловодск». Дальнейшее снижение расхода стали для рассмотренных вариантов покрытий и повышение их эффективности возможно за счет совершенствования узлов сопряжения элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Москалев, Н. С. Стальные конструкции легких зданий : учебное пособие / Н. С. Москалев, Р. А. Попова. – Москва : АСВ, 2003. – 216 с. – ISBN 5-93093-202-6. – Текст : непосредственный.

2. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 126/пр : актуализированная редакция СНиП II-23-81* : дата введения 28 августа 2017 г. : [редакция от 34 декабря 2019 г.]. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

3. Колотов, О. В. Универсальное покрытие балочного типа / О. В. Колотов. – Текст : непосредственный // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – Нижний Новгород, 2009. – Выпуск 12. – С. 222–224.

4. Кудряшов, В. В. Анализ эффективности универсального покрытия балочного типа при применении балок с гибкой стенкой / В. В. Кудряшов, О. В. Колотов. – Текст : непосредственный // Межвузовский сборник статей лауреатов конкурсов / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2009. – Выпуск 11. – С. 195–196.

KOLOTOV Oleg Vasilevich, candidate of technical sciences, associate professor, acting holder of the chair of building structures.

MODULAR COATINGS BY "KISLOVODSK" TYPE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-88; e-mail: k_mk@nngasu.ru

Key words: modular coatings, truss frames, rafter beams, substructure trusses, sub-rafter beams, horizontal bracing.

The article considers 4 variants of the structural solution of the modular coating consisting of mutually perpendicular rafter and sub-rafter structures. A system of connections providing spatial rigidity has been developed. The analysis of steel consumption was performed.



REFERENCES

1. Moskalev N. S., Popova R. A. Stalnye konstruksii lyogkikh zdaniy [Steel Structures of Buildings]: uchebnoe posobie. – Moscow : ASV, 2003. – 216 p. – ISBN 5-93093-202-6.
2. SP 16.13330.2017. Stalnye konstruksii [Steel structures]: svod pravil: izdanie ofitsialnoe: utverzhd. i vved. v deystvie prikazom Min-va stroit-va i zhilishchno-kommunal. khoz-va RF ot 27 fevralya 2017 g. №126/pr: aktualizirovannaya redaktsiya SNIP II-23-81*: data vved. 28 avgusta 2017 g. [redaktsiya ot 4 dekabrya 2019 g.]. – URL: <http://www.consultant.ru>.
3. Kolotov O. V. Universalnoe pokrytie balochnogo tipa [Universal beam type coating]. Vestnik Volzhskogo regionalnogo otdeleniya Rossiyskoy akademii arkhitektury i stroitelnykh nauk [Bulletin of the Volga regional branch of the Russian academy of architecture and construction sciences]. – Nizhny Novgorod, 2009. Issue 12. – P. 222–224.
4. Kudryashov V. V., Kolotov O. V. Analiz effektivnosti universalnogo pokrytiya balochnogo tipa pri primenenii balok s gibkoy stenкой [Analysis of the effectiveness of a universal beam-type coating when using beams with a flexible web]. Mezhvuzovskiy sbornik statey laureatov konkursov [Interuniversity collection of articles of competition laureates] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2009. – Issue 11. – P. 195–196.

© О. В. Колотов, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК 692.004

А. В. ЩЕГОЛЕВА, канд. культурологии, доц. кафедры архитектуры;
Ф. Р. ИБРАГИМОВА, магистрант кафедры архитектуры

**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ
В ПРОЕКТИРОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ СПОРТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57;
эл. почта: schegoleva.av@yandex.ru

Ключевые слова: BIM-моделирование, технологии, информационная модель, управление проектом, спортивные объекты, спорткомплексы.

Рассмотрено понятие BIM-проектирование и проанализированы его возможности. Изучено применение BIM-технологий в мире и в России, приведены примеры создания BIM-моделей на конкретных спортивных объектах.

BIM-технология как инструмент управления проектами

В настоящее время в сфере строительства активно внедряется и получает все большее распространение BIM-технология как инструмент создания и управления проектами. BIM-технология (*Building Information Modelling*) – технология автоматизированного компьютерного моделирования совокупности бизнес-процессов, сопровождающих все этапы жизненного цикла объекта. Эта технология в России получила название «Технология информационного моделирования» (ТИМ) [1].

Данная технология позволяет моделировать любые строительные объекты, включая здания, железные дороги, мосты, тоннели, порты и др. Сходство BIM и 3D-моделирования заключается в том, что в обоих случаях проект здания выпол-



няется в трехмерном пространстве. Но в отличие от 3D- модели BIM напрямую связан с базой данных. Такая модель включает в себя не только несущие линии и текстуру материалов, но и другие данные (технологические, экономические и прочие), которые имеют отношение к зданию. Например, BIM учитывает физические характеристики объекта, варианты размещения в пространстве, стоимость конструктивных элементов.

BIM позволяет представить здание как единый объект, в котором все элементы связаны и взаимозависимы. В том случае, если какой-то показатель системы изменится, система автоматически внесет изменения в остальные данные. С технологией информационного моделирования, обладая лишь исходными данными объекта без реальных свойств, возможно предсказать будущие свойства и характеристики объекта. Более того, при помощи BIM можно просчитать процессы, которые будут происходить в уже построенном объекте. Происходит это следующим образом: вся информация о здании, материалах, способе его использования, климате и других факторах переносится в цифровой вариант, после чего система просчитывает возможные варианты развития событий.

BIM находится на стыке различных дисциплин. С помощью данного метода моделирования в одном проекте можно объединить всеобъемлющие данные по архитектуре, дизайну, инженерным, экономическим решениям и многое другое, что в комплексе позволяет избежать ошибок, увеличить окупаемость и эффективность проекта. Данные вносятся в соответствии с установленными стандартами, являются точными и обновляются регулярно. Одно из главных преимуществ модели – сокращение времени и расходов со стороны заказчика, а также возможность исправлять и улучшать проект на первых этапах его формирования. Технология информационного моделирования делает заказчика полноправным участником строительства. Он может визуализировать то, каким будет объект и вносить коррективы по ходу работы. Ни один 2D-чертеж не предоставит такой реалистичной картинки будущего здания, как это возможно при BIM-моделировании. Бывает так, что задумка архитектора, дизайнера или заказчика не всегда выполнима на практике, и только в BIM-модели это можно увидеть на первоначальных этапах проектирования. При таком типе проектирования еще не построенное здание «оживает» на экране, делая заметными любые недочеты и возможные проблемы.

Для эффективной работы модели необходимо создать единую информационную среду, которая сможет обеспечить моментальный доступ к данным всех участников проекта. К цифровой BIM-модели привязан большой массив данных, включая графики работ, данные геолокации, финансовые отчеты. Современные мобильные приложения способны воспроизводить виртуальную реальность, позволяющую воссоздать строительный объект в реальных условиях и оценить ход строительства, находясь в другом месте.

Использование BIM позволяет вносить изменения в информационную модель в режиме реального времени, более успешно проводить переоснащение зданий, отслеживать их текущее состояние и грамотно эксплуатировать.

Применение BIM-технологий в мире

Появление информационного моделирования в корне изменило способ взаимодействия между архитекторами, инженерами и другими специалистами в строительной области. Полная информация о проекте (материалы, технологии, их стоимость, а также дизайн, логистика, обслуживание объекта во время возведения, после введения в эксплуатацию) доступна каждому участнику благодаря BIM и облачным технологиям [3].



Применение *BIM* находится в стадии развития. В развитых странах информационное моделирование активно используется в последнее десятилетие.

Великобритания до сих пор не просто первая, но и абсолютный лидер по применению *BIM*. Это стало возможным благодаря поддержке на уровне государства: с 2016 года все бюджетные проекты в сфере строительства обязаны применять *BIM* второго уровня, не ниже. Так, в качестве пробной реализации технологию использовали для проекта Министерства Юстиции – расширение тюрьмы Кукхэм Вуд в Кенте. Это позволило существенно сократить капитальные затраты и сроки реализации.

В США, в Управлении общих служб составлена программа *BIM* для всех проектов по обслуживанию общественных зданий с 2003 года. Сегодня в США около 72 % строительных фирм используют *BIM* для значительной экономии средств на проектах. Ряд американских штатов, университетов и частных организаций также применяют стандарты *BIM*. Так, штат Висконсин сделал обязательным применение *BIM* для государственных проектов, если их общий бюджет начинается от 5 млн долларов [6].

Во Франции существует уже полмиллиона домов, которые спроектированы с использованием *BIM*. С 2017 года правительство страны задействовало *BIM* в жилищном секторе на 500 000 домов. Рабочая группа “*Le Plan Transition Numérique dans le Bâtiment*” отвечает за французскую стратегию *BIM*, цель которой обеспечить экологичность строительства и снизить затраты.

В Германии также правительство влияет на продвижение технологии *BIM*. Акцент делается больше на коммерческие и жилые здания, чтобы к 2023 году внедрить *BIM* во все инфраструктурные проекты [7].

В Испании *BIM* применяется для проектов государственного сектора с 2018 г., а с 2019 г. введено обязательное использование технологии в инфраструктурных проектах. Была создана отдельная Комиссия для содействия по внедрению *BIM* в строительный сектор.

Скандинавские страны одни из первых, кто начал использовать *BIM*. Например, Финляндия начала применять информационное моделирование зданий еще в 2002 г. *BIM* использовался для создания сложных инфраструктур, таких как линия метро Хельсинки.

В Китае *BIM* стал ключевым элементом и используется в большинстве проектов Комиссии по атомной энергетике. Правительство Китая еще не ввело обязательное использование *BIM* в строительстве, однако использование приветствуется.

В целом применение *BIM* даже в развитых странах находится в экспериментальной стадии, т. к. процесс внедрения цифровых технологий в строительстве требует большого времени. Однако прослеживается ускорение в цифровизации отрасли и большая заинтересованность застройщиков в современных долгосрочных решениях, таких как строительное информационное моделирование.

Применение *BIM*-технологий в России

Согласно Постановлению Правительства РФ №331 от 5 марта 2021 г., с 1 января 2022 г. применение технологий *BIM*-моделирования стало обязательным на объектах, финансируемых из бюджета Российской Федерации – от федеральных до муниципальных объектов вне зависимости от их стоимости. Несмотря на это, в России *BIM*-модель для эксплуатации и управления объектом пока еще применяется редко. В качестве примеров можно привести следующие: спорткомплекс «ВТБ-Арена», стадион «Казань Арена», Олимпийские объекты Сочи-2014.

Реконструкция и эксплуатация спорткомплекса «ВТБ-Арена»

**К СТАТЬЕ А. В. ЩЕГОЛЕВОЙ, Ф. Р. ИБРАГИМОВОЙ «АНАЛИЗ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ
СОВРЕМЕННЫХ СПОРТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ»**



Рис. 1. Модель спорткомплекса «ВТБ Арена»

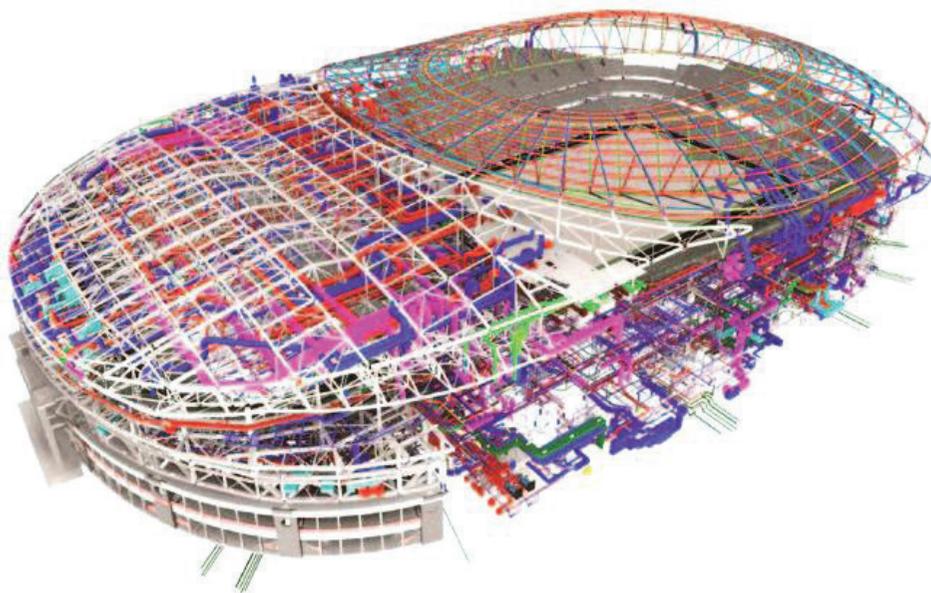


Рис. 2. Информационная модель спорткомплекса «ВТБ Арена»



Рис. 3. Информационная модель фрагмента конструкции кровли стадиона «Казань Арена»

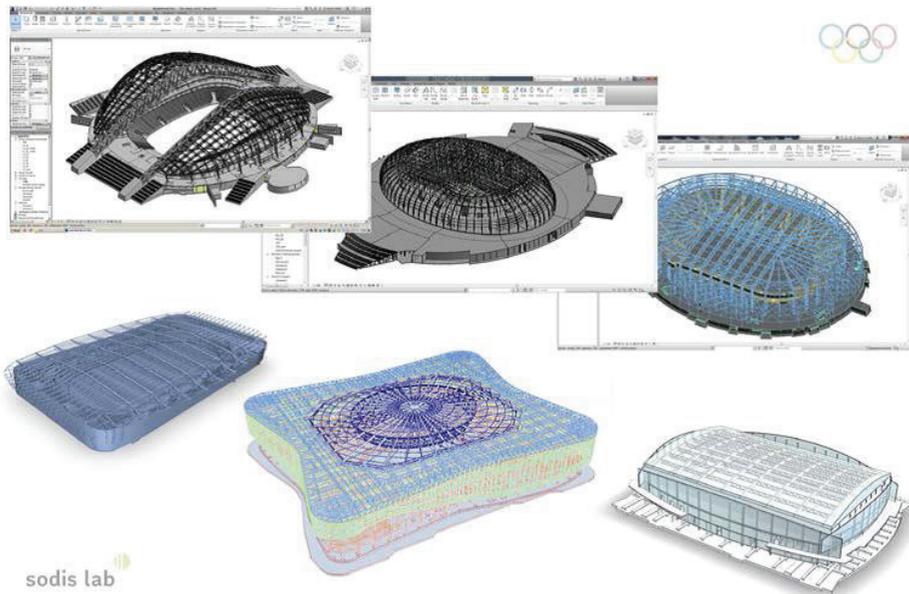


Рис. 4. Информационные модели олимпийских объектов Сочи-2014



Комплекс имеет две площадки: футбольный стадион на 30 тысяч мест и малую арену (ледовую) на 14 тысяч мест. Комплекс был закрыт на реконструкцию в 2008 году. Сначала было проведено лазерное сканирование и получено облако точек, на основе которого была сформирована информационная модель (рис. 1, 2 цв. вклейки) [2].

Далее только часть субподрядчиков начала применять *BIM*. В результате был объявлен новый тендер, а компания *AECOM* сформировала общие стандарты для работы с информационной моделью. Все участники проекта стали переходить к технологиям *BIM*, т. к. ее использование являлось одним из условий контрактов.

Информационная модель также использовалась для проектирования и анализа стадионной звукоусилительной системы, к которой предъявляются определенные требования, например, равномерность покрытия, высокое звуковое давление, высокий уровень детализации звукового материала. На стадии эксплуатации этого сложного оборудования без информационной модели нельзя обойтись [4].

Проектирование стадиона «Казань Арена»

Стадион является одним из объектов Универсиады, проводимой в Казани в 2013 г. При проектировании объекта обязательно учитывались требования, предъявляемые ко всем объектам Универсиады, в том числе: экологичность, экономичность, минимальная материалоемкость конструкторских и инженерных решений. Также требовалось добиться максимально возможного притока воздуха и естественного освещения. Для выполнения всех этих и других требований необходимо было создать информационную модель объекта и с помощью нее отрабатывать различные варианты, чтобы добиться требуемых показателей [5].

Одной из самых сложных задач оказалось создание конструкции кровельной системы. Она имеет волнообразную форму, кажется легкой (в соответствии с требованиями) несмотря на то, что весит более 12 тысяч тонн. Ее каркас состоит из стальных труб с пролетами более 100 м и вылетами консолей почти 40 м (рис. 3 цв. вклейки). Крышу поддерживают восемь опор.

Олимпийские объекты Сочи-2014

В период строительства олимпийских объектов Сочи-2014 в соответствии с действующими в тот период времени нормативными документами во всех олимпийских ледовых дворцах (Большая ледовая арена, Ледовый дворец для керлинга, Крытый конькобежный центр, Ледовый дворец для фигурного катания, Малая ледовая арена) и на Центральном олимпийском стадионе были установлены автоматизированные системы мониторинга деформационного состояния несущих конструкций и инженерных систем.

С учетом специфики организации строительных работ пусконаладочные работы по установке систем мониторинга олимпийских объектов выполнялись на последней стадии строительства. Тогда же производилась разработка информационных моделей объектов (рис. 4 цв. вклейки) на основе имеющейся на тот момент проектной документации, выполненной в виде двухмерных чертежей.

В ходе работ по разработке информационных моделей на основе двухмерных чертежей было выявлено большое количество неточностей и нестыковок, а именно: ошибки в проектных и компоновочных решениях, неточности в спецификациях и пр. В итоге ошибки, обнаруженные в ходе компьютерного информационного моделирования, были представлены на этапе строительства, что повлекло за собой дополнительные временные и финансовые издержки.

При работе со сложными и ответственными объектами в современном строительстве без *BIM*-технологий не обойтись. Причем их применение крайне необ-



ходимо как на стадиях эксплуатации, реконструкции, так и на стадии демонтажа. Это позволяет оптимизировать эксплуатационные расходы, сократить ошибки, «недосмотры», сроки устранения неполадок. Особенно это касается сложных строительных объектов, к которым относятся современные спортивные комплексы, рассмотренные в данной статье.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 301.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 18 с. – Текст : непосредственный.
2. Альянс Арена : уникальные решения для грандиозного. – Текст : электронный // ООО «Капарол» : сайт. – 2008. – URL: <http://www.caparol.ru/articles/details/index.php?sendID=14>.
3. BIM-технологии в строительстве. – Текст : электронный // PlanRadar. 2022. – URL: <https://www.planradar.com/ru/> (дата обращения: 05.09.2022).
4. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы V Международной научно-практической конференции / под общей редакцией А. А. Семенова. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2022. – 276 с. – Текст : электронный.
5. 12 000 тонн на 8 опорах. Как устроена «Ак Барс Арена». 2021. – URL: <https://www.tn.ru/journal/12-000-tonn-na-8-oporakh-kak-ustroena-akbars-arena/>. – Текст : электронный.
6. Dubois, A. The construction industry as a loosely coupled system: implications for productivity and innovation / Dubois A., Gadde L.-E. // Construction Management and Economics. – 2002. – Vol. 20, № 7. – P. 621–631. – DOI: 10.1080/01446190210163543.
7. Global Industry 4.0 Survey. Engineering and Construction Key Findings. 2016. – URL: <https://www.pwc.com/sk/en/odvetvia/assets/industry-4.0-metals-key-findings.pdf> (дата обращения: 05.09.2022).

SCHYOGOLEVA Anastasiya Vladimirovna, candidate of culture science, associate professor of the chair of architecture; IBRAGIMOVA Farmin Rakhim Kyzy, undergraduate student of the chair of architecture

ANALYSIS OF BIM TECHNOLOGIES USE IN THE DESIGN OF MODERN SPORTS COMPLEXES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Ijinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57;
e-mail: schegoleva.av@yandex.ru
Key words: BIM design, technologies, information model, project management, sport facilities, sport complexes.

The article discusses the concept of BIM design and analyzes its capabilities. The application of BIM technologies in the world and in Russia is studied; examples of creating BIM models at specific sport facilities are given.

REFERENCES

1. SP 301.1325800.2017. Informatsionnoe modelirovanie v stroitelstve. Pravila organizatsii rabot proizvodstvenno-tekhnicheskimi otdelami [Information modeling in construction. Rules for organizing work by production and technical departments]. Moscow : Standartinform, 2018. 18 p.
2. Alyans Arena: unikalnye resheniya dlya grandioznogo proekta [Alliance Arena: unique solutions for a grandiose project]. ООО "Капарол". - 2008. – URL: <http://www.caparol.ru/articles/details/index.php?sendID=14>.



3. BIM-tekhnologii v stroitelstve [BIM technologies in construction]. PlanRadar. 2022. URL: <https://www.planradar.com/ru/> (data obrascheniya: 05.09.2022).

4. BIM-modelirovanie v zadachakh stroitelstva i arkhitektury [BIM-modeling in the problems of construction and architecture] : materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pod obsch. red. A. A. Semyonova ; Saint-Petersburg : Sankt-Peterb. gos. arkhitektur.-stroit. un-t, 2022. – 276 p.

5. 12 000 tonn na 8 oporax. Kak ustroena «Ak Bars Arena» [12,000 tons on 8 legs. How Ak Bars Arena works]. URL: <https://www.tn.ru/journal/12-000-tonn-na-8-oporakh-kak-ustroena-akbars-arena/>.

6. Dubois A., Gadde L.-E. The construction industry as a loosely coupled system: implications for productivity and innovation // Construction Management and Economics. 2002. Vol. 20, № 7. P. 621–631. DOI: 10.1080/01446190210163543.

7. Global Industry 4.0 Survey. Engineering and Construction Key Findings. 2016. URL: <https://www.pwc.com/sk/en/odvetvia/assets/industry-4.0-metals-key-findings.pdf> (data obrascheniya: 05.09.2022).

© А. В. Щеголева, Ф. Р. Ибрагимова, 2023

Получено: 28.01.2023 г.

УДК 533.6:624.042.41

С. С. ШИЛОВ, аспирант кафедры теории сооружений и технической механики

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДВОЙКОЙ КРИВИЗНЫ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96, +7 961-631-06-81;
эл. почта: sergey.shilov.1997@mail.ru

Ключевые слова: численное моделирование, поверхность второго порядка, аэродинамическое давление, изополя давлений, параметры турбулентности.

Проводится исследование аэродинамических сил, действующих на криволинейную поверхность. Описывается порядок численного моделирования в Ansys CFX, а также начальные и граничные условия. Приводится порядок определения профиля скорости ветрового потока и параметров турбулентности. Приводятся результаты исследований в виде сводных таблиц и изополей аэродинамических давлений на поверхности сооружения.

В настоящее время возводится все больше зданий и сооружений, проработка которых с помощью современных нормативных документов весьма затруднительна. Одной из множества проблем является определение ветровых давлений и характера их распределения по поверхности. В данной работе рассматривается поверхность двойкой кривизны, весьма редко используемая при проектировании зданий и сооружений в отечественной практике – гиперболический параболоид. Несмотря на это, в настоящее время существует ряд зарубежных объектов, включающих в свои архитектурные решения поверхности второго порядка: олимпий-

ский парк в Мюнхене, ледовая арена в Калгари, музей дизайна в Лондоне и др. В отечественных нормах отсутствуют данные по аэродинамическим расчетам такого рода покрытий, что не позволяет описать распределение аэродинамических сил на поверхности даже в первом приближении. Отсутствие методики расчета таких систем является одной из основных причин их малой популярности.

Проблема распределения аэродинамических коэффициентов на различные архитектурные формы решается во всем мире, и варианты взаимодействия ветровых потоков с этими формами представлены в работах отечественных и зарубежных авторов [1–8].

Для сооружений повышенного уровня ответственности аэродинамические коэффициенты устанавливаются на основе математического (численного) моделирования – моделирования твердотельных моделей в специальных программных комплексах, реализующих *CFD*-технологии математического моделирования (*CFD – Computational Fluid Dynamic*) [9–12], что позволяет получить достоверные данные распределения аэродинамических коэффициентов по покрытию сооружения. Численные методы исследования распределения давлений основаны на решении уравнений Навье-Стокса, описывающего обтекание твердого тела потоком сжимаемой жидкости [13]. Кроме того, при моделировании ветровых потоков допускаются некоторые упрощения: потоки предполагаются несжимаемыми и изотермическими, массовые силы не учитываются.

Рассматриваемая поверхность второго порядка описывается каноническим уравнением:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 2z. \quad (1)$$

Геометрически рассматриваемое покрытие может быть представлено тремя способами:

- 1) как поверхность, образованная гиперболами (включая и «крест» из их асимптот), вершины которых лежат на главных параболах (рис. 1а);
- 2) как поверхность, образованная при перемещении одной главной параболы, так чтобы ее вершина «скользила» по другой главной параболе (рис. 1б);
- 3) как линейчатая поверхность, т. е. поверхность, образованная движением прямой (рис. 1в).

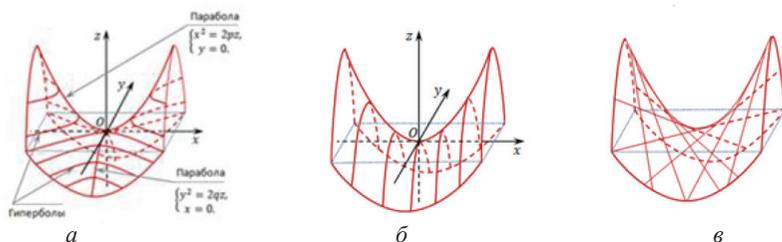


Рис. 1. Геометрические способы построения поверхности второго порядка

В данной работе был выбран второй способ построения. Для упрощения дальнейших формулировок вводятся условные обозначения:

Парабола П1 – парабола, являющаяся траекторией сдвига;

Парабола П2 – образующая, перемещаемая вдоль траектории.

Цель исследования – определить распределение аэродинамических сил по поверхности двойкой кривизны, а также изучение влияния изменения геометрических характеристик поверхности.

В качестве объекта исследования принято круглое в плане сооружение с по-

крытием двоякой кривизны (рис. 2). При этом парабола П1 имеет постоянную конфигурацию, а парабола П2 изменяет свои геометрические размеры. Проведено исследование четырех различных моделей при двух взаимно-перпендикулярных направлениях ветра.

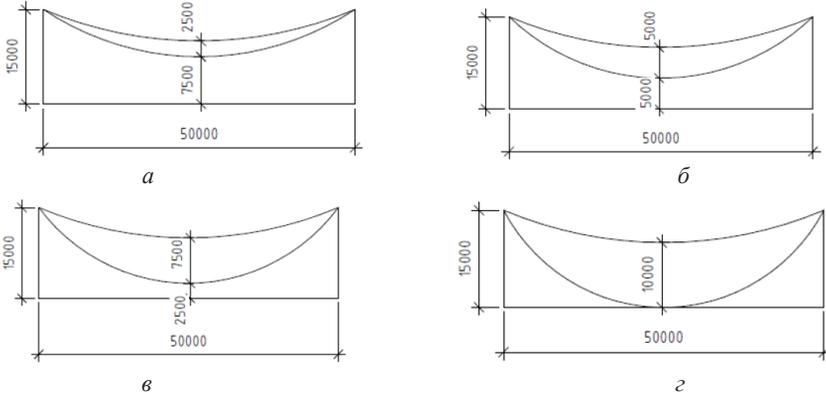


Рис. 2. Геометрические размеры сооружения: а – эксперимент № 1; б – эксперимент № 2; в – эксперимент № 3; г – эксперимент № 4

Численное моделирование проводилось в программно-вычислительном комплексе *Ansys CFX*. Были построены 4 твердотельные модели с дальнейшим импортом в среду *SpaceClaim Ansys CFX*. Модели представляют собой цилиндрические тела с покрытием в виде гиперболического параболоида. Размеры расчетной области принимаются по рекомендациям, указанным в источнике [13]. После создания расчетной области производится формирование расчетной сетки (рис. 3) в сеточном препроцессоре *ANSYS Meshing*. Для корректного воспроизведения течения в настройках сеточного генератора задается сгущение элементов сетки к поверхности здания, кроме этого вблизи поверхности сооружения применяется *inflation meshing* (рис. 4), данный способ построения рекомендуется применять при использовании модели турбулентности *Shear Stress Transport (SST)*.

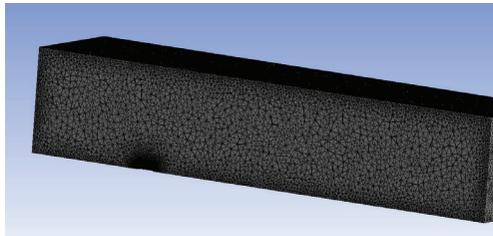


Рис. 3. Расчетная область исследуемого сооружения

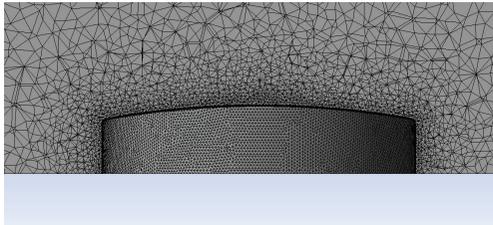


Рис. 4. Сгущение элементов расчетной сетки вблизи сооружения

**К СТАТЬЕ С. С. ШИЛОВА «ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
АЭРОДИНАМИКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДВОЙКОЙ КРИВИЗНЫ
РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ»**

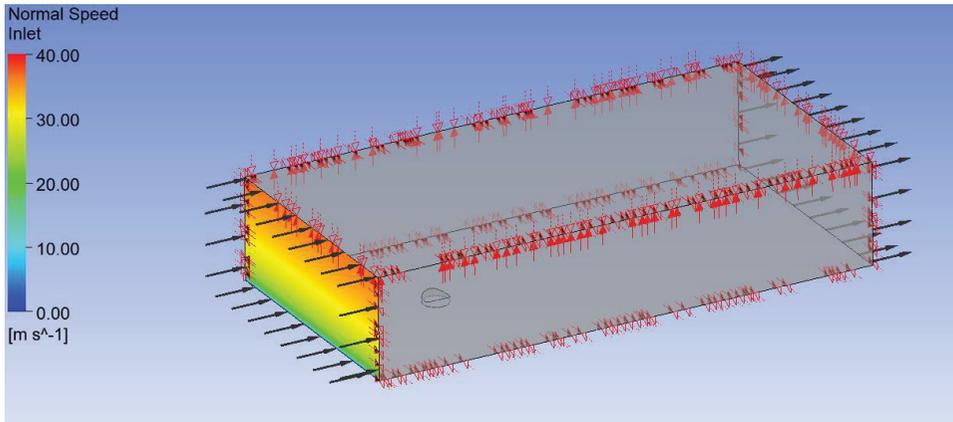


Рис. 1. Начальное условие: профиль скорости ветра для III ветрового района

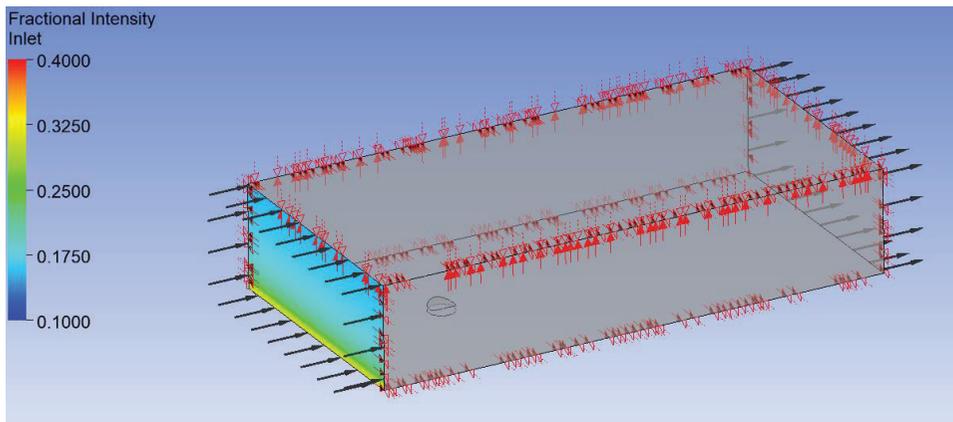


Рис. 2. Начальное условие: профиль интенсивности турбулентности

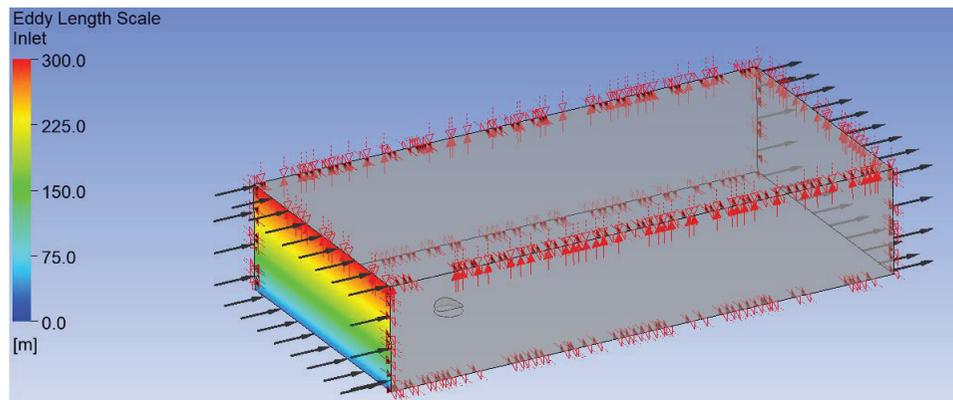
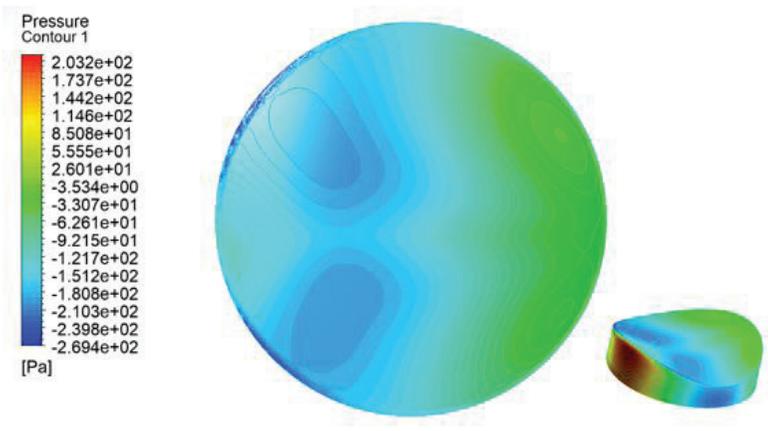
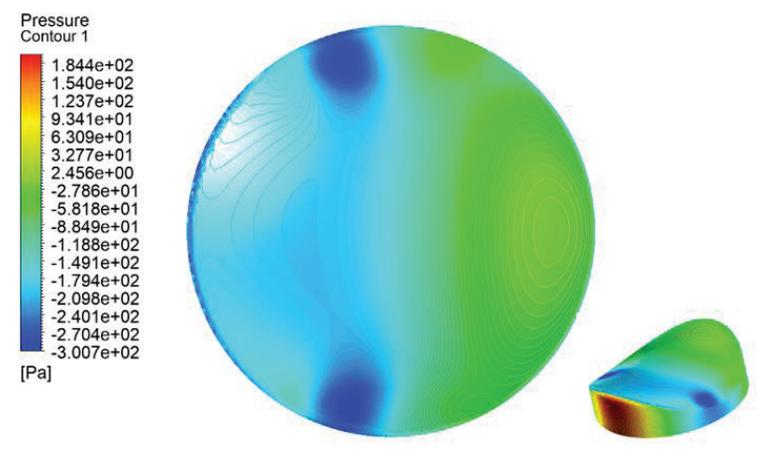


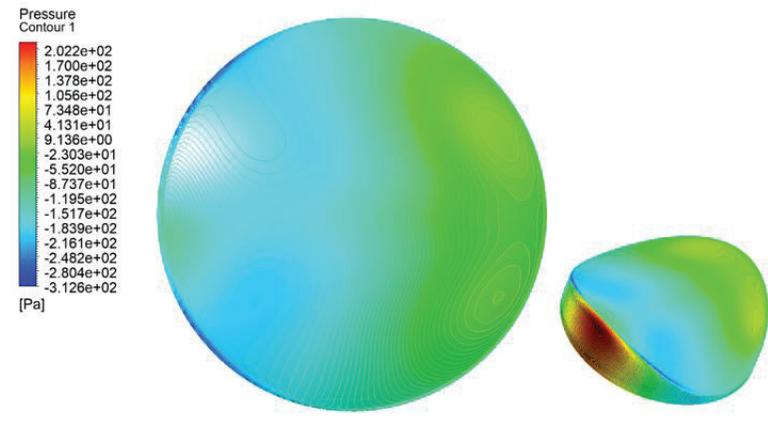
Рис. 3. Начальное условие: профиль масштаба длины вихрей турбулентности



a



b



c

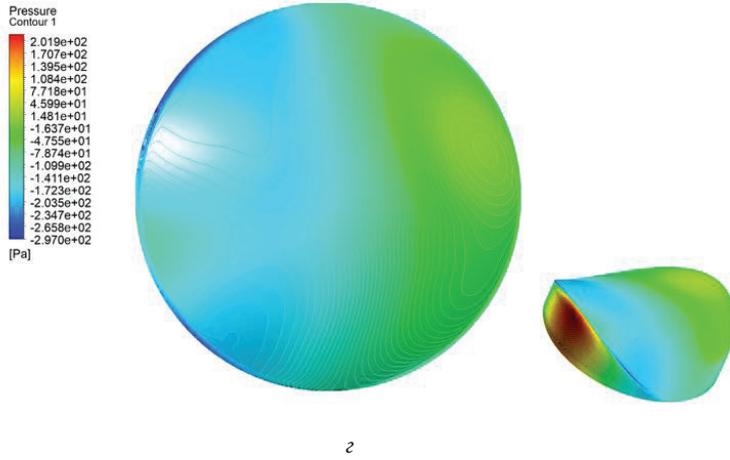
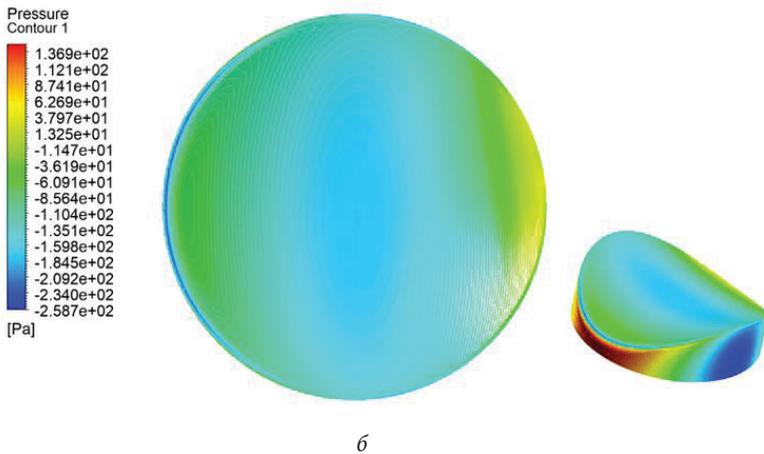
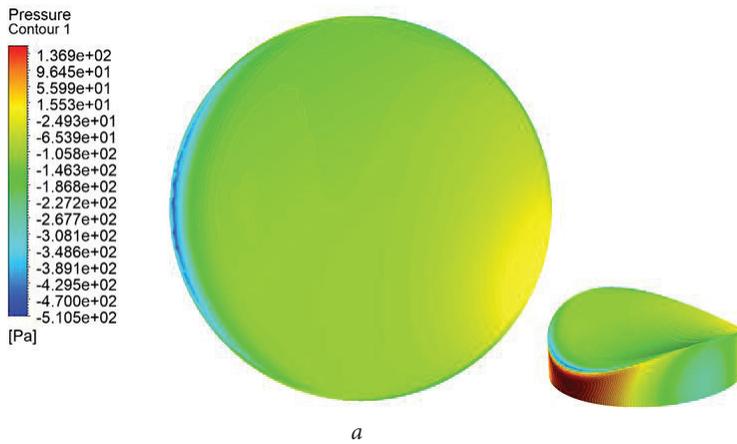
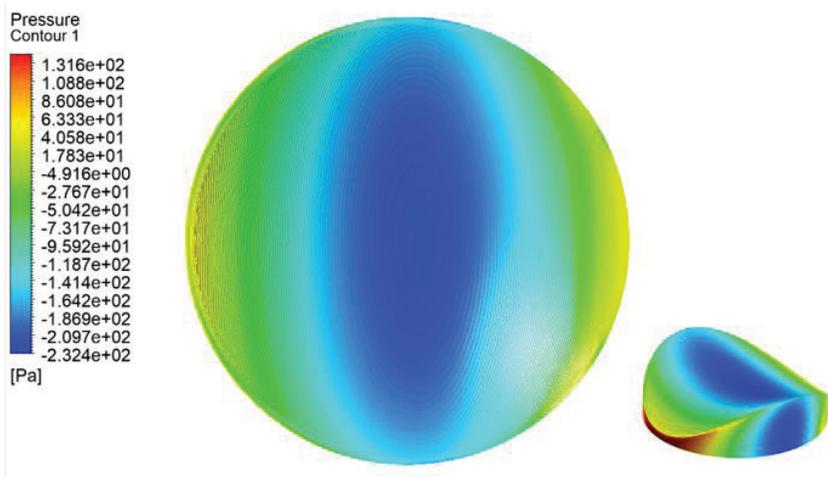
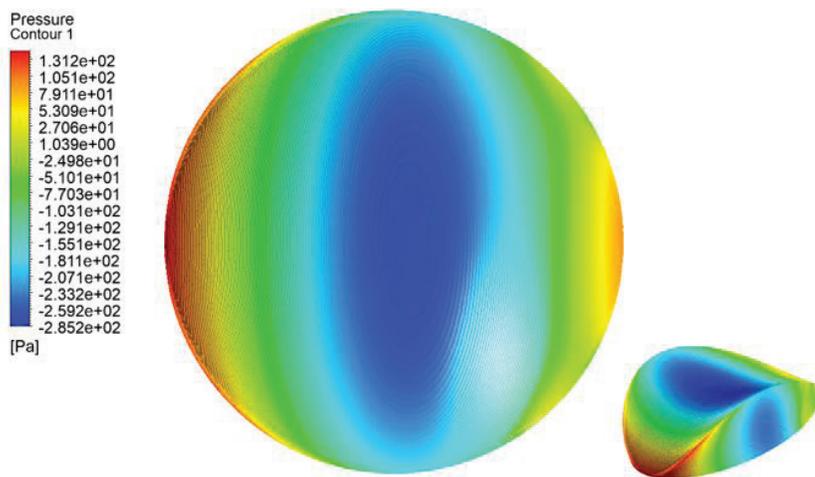


Рис. 4. Изополя ветрового давления при направлении ветрового потока вдоль параболы
 III: *a*–*г* – эксперименты № 1–№ 4 соответственно





6



2

Рис. 5. Изополя ветрового давления при направлении ветрового потока вдоль параболы
П2: а-г – эксперименты № 1–№ 4 соответственно



Граничные условия на гранях расчетной области:

- на входе в расчетную область задается профиль скорости ветрового потока (для III ветрового района) и параметров турбулентности (интенсивность и масштаб длины вихрей);
- на выходе – условие постоянства давления (относительное давление равно 0 Па);
- на удаленных внешних боковых границах – условие симметрии;
- на границе объекта исследования и нижней границе области – условие стенки без скольжения и условие гладкой стенки соответственно.

Профиль ветра определяется на основании действующих нормативных документов по формуле (2) [14]:

$$U(z) = U_0 \left(\frac{z}{z_0} \right)^\alpha, \quad U_0 = \left(\frac{2w_0}{\rho} \right)^{0.5}, \quad (2)$$

где $w_0 = 0,38$ кПа = 380,0 Па – нормативное значение ветрового давления для III ветрового района по табл. 11.1 [15]; $\rho = 1,2$ кг/м³ – плотность воздуха при нормальных атмосферных условиях; $z_0 = 30,5$; $\alpha = 0,2$ – параметры, определяемые типом шероховатости местности по табл. 4 [14] как для типа местности B.

Полученная функция профиля ветра задается в *ANSYS CFX* (рис. 1 цв. вклейки).

В отечественных нормативных документах отсутствуют данные по характеру распределения интенсивности турбулентности и масштаба длины вихрей по высоте, поэтому следует обратиться к иностранным нормам [16]. Изменение интенсивности турбулентности с высотой можно определить по формуле 4.7 [16]:

$$I_v(z) = \frac{k_t}{c_o(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}, \quad (3)$$

где $k_t = 1,0$ – параметр турбулентности, принимаемый по рекомендациям [16]; $c_o(z) = 1,0$ – топографический коэффициент; $z_0 = 0,3$ – длина шероховатости, определяемая по табл. 4.1 [16].

Полученная функция профиля интенсивности турбулентности задается в *ANSYS CFX* (рис. 2 цв. вклейки).

Изменение масштаба длины турбулентности с высотой можно определить по формуле B.1 [16]:

$$L(z) = L_t \left(\frac{z}{z_t} \right)^\alpha, \quad (4)$$

где $z_t = 200,0$ м – контрольная высота; $L_t = 300,0$ м – контрольная длина турбулентности.

Коэффициент определяется по следующей зависимости:

$$\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0) = 0,67 + 0,05 \ln(0,3) = 0,61. \quad (5)$$

Полученная функция профиля масштаба длины турбулентности задается в *ANSYS CFX* (рис. 3 цв. вклейки).

В результате итерационных расчетов в *CFX-Solver* достигалась необходимая сходимость решений основных уравнений гидрогазодинамики. Окончанием расчета считалось достижение сходимости 10^{-4} , а также выход графика равнодействующих сил, действующих на сооружение, на горизонталь. В результате получены изополя распределения ветровых давлений по поверхностям сооружений (рис. 4–5 цв. вклейки.). Кроме того, были определены значения равнодействующих сил при помощи *Function Calculator* модуля *CFX-Post*, которые сведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Значения равнодействующих сил по направлению ветровых потоков вдоль параболы П1, кН

Направление	Номер эксперимента			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Направление X	96,45	107,31	91,69	89,0
Направление Y	0,46	-0,1	-1,18	-1,02
Равнодействующая	96,45	107,31	91,70	89,01

Таблица 2

Значения равнодействующих сил по направлению ветровых потоков вдоль параболы П2, кН

Направление	Номер эксперимента			
	№ 1	№ 1	№ 1	№ 1
Направление X	39,10	21,96	19,94	35,83
Направление Y	14,52	5,78	0,9	-0,01
Равнодействующая	41,71	22,71	19,96	35,83

Примечание: в таблицах за направление X принято направление ветрового потока, Y – перпендикулярное направление.

Выводы:

1) Из табл. 1, 2 видно, что при направлении ветра вдоль П1 форма покрытия эксперимента № 2 имеет наибольшую равнодействующую, а при перпендикулярном направлении – практически наименьшую. Эксперимент № 3 дает наименьшие значения при обоих направлениях ветрового потока.

2) На рис. 4 цв. вклейки наблюдается схожесть распределения ветровых давлений по поверхности: преимущественно отрицательное давление, имеются локальные зоны положительного давления на задней кромке.

3) Давления на поверхности на рис. 4 цв. вклейки изменяются в диапазоне $[-300; +20]$ Па;

4) На рис. 5 цв. вклейки видны значительные отличия по характеру распределения ветровых давлений – меняется диапазон изменения ветровых давлений по поверхности: на передней кромке происходит переход ветрового давления от отрицательных давлений к положительным; при малых изменениях стрелы провисания (рис. 5а, 5б) на передней кромке возникают отрицательные давления; при увеличении стрелы провисания (рис. 5в, 5г) на передней кромке возникает ветровой напор и увеличивается градиент значений от передней кромки к центральной части.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Реттер, Э. И. Архитектурно-строительная аэродинамика : монография / Э. И. Реттер. – Москва : Стройиздат, 1984. – 294 с. – Текст : непосредственный.
2. Симиу, Э. Воздействия ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан. – Москва : Стройиздат, 1984. – 360 с. – Текст : непосредственный.
3. Поддаева, О. И. Архитектурно-строительная аэродинамика : учебное пособие / О. И. Поддаева, А. С. Кубенин, П. С. Чурин. – Москва : МГСУ, 2015. – 88 с. – ISBN 978-5-7264-1194-1. – Текст : непосредственный.
4. Поддаева, О. И. Архитектурно-строительная аэродинамика / О. И. Поддаева,



- И. В. Дуничкин. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2017. – № 6. – С. 602–609.
5. Михайлова, М. К. Проектирование, строительство и эксплуатация высотных зданий с учетом аэродинамических аспектов / М. К. Михайлова, В. С. Далинчук, А. В. Бушманова, Л. В. Доброгорская. – Текст : непосредственный // Строительство уникальных зданий и сооружений / Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – 2016 – №10 (49). – С. 59–74.
6. Айрапетов, А. Б. Новые аспекты аэродинамики ветрового нагружения высотных зданий в мегаполисе, новые подходы и методические принципы исследований как источник концепции формирования новых нормативов проектирования и строительства / А. Б. Айрапетов. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 582–584.
7. Березин, М. А. Атлас аэродинамических характеристик строительных конструкций / М. А. Березин, В. В. Катюшин. – Новосибирск : Олден-полиграфия, 2003. – 138 с. – ISBN 5-94905-002-9. – Текст : непосредственный.
8. Мушанов, В. Ф. Исследование аэродинамических коэффициентов провисающих мембранных покрытий инженерных сооружений / В. Ф. Мушанов, А. В. Зубенко, А. А. Дроздов. – Текст : непосредственный // Металлические конструкции. – 2017. – Том 23, № 2. – С. 81–96.
9. Исследование обтекания воздушными потоками большепролетной поверхности численным и экспериментальным методами / А. М. Анущенко, В. И. Ерофеев, П. А. Хазов, А. А. Сатанов, А. В. Февральских. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2021. – № 1. – С. 9–18.
10. Экспериментальное и численное исследование влияния покрытия на характеристики ветрового потока между соседними зданиями / Д. Гельбашц, Э. Буйрук, Б. Сахин, К. Карабулут, Д. Е. Алнак. – Текст : непосредственный // 8-я международная конференция передовых технологий. – Элязыг, 2017. – С. 1648–1655.
11. Мохамед, А. Сравнение численного исследования влияния выступов здания на аэродинамику с результатами аэродинамических испытаний / А. Мохамед, К. Уайт, С. Уоткинс. – Текст : непосредственный // 15-й семинар Австралийского общества ветроэнергетики. – Сидней, 2012. – 4 с.
12. Лампси, Б. Б. Численное и физическое моделирование ветровых потоков на большепролетное покрытие / Б. Б. Лампси, С. С. Шилов, П. А. Хазов. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2022. – № 1. – С. 21–31.
13. Темам, Р. Уравнения Навье – Стокса. Теория и численный анализ / Р. Темам. – Москва : Мир, 1981. – 408 с. – Текст : непосредственный.
14. ГОСТ Р 56728-2015. Здания и сооружения. Методика определения ветровых нагрузок на ограждающие здания : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 19.11.2015 № 1892-ст : дата введения 2016-05-01 : [редакция от 22.12.2020]. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.
15. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия : свод правил : утвержден Приказом Минстроя России от 03.12.2016 N 891/пр : актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* : дата введения 4 июня 2017 г. : [редакция от 30.05.2022]. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.
16. EN 1991-1-4:2005+A1. Еврокод 1: Воздействия на сооружения. Часть 1-4 : Основные воздействия – Ветровые нагрузки. – URL: <https://www.cstroy.ru/files/ntdoc/np1991-1-4.pdf>. – Текст : электронный.

SHILOV Sergey Sergeevich, postgraduate student of the chair of theory of constructions and technical mechanics

NUMERICAL MODELING THE AERODYNAMICS OF SURFACES OF DOUBLE CURVATURE OF VARIOUS GEOMETRIC DIMENSIONS



Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96, +7 961-631-06-81;
e-mail: khazov.nngasu@mail.ru, sergey.shilov.1997@mail.ru

Key words: numerical modeling, second-order surface, aerodynamic pressure, pressure isofields, turbulence parameters.

The article investigates the aerodynamic forces acting on a curved surface. The order of numerical simulation in Ansys CFX is described, as well as initial and boundary conditions. The paper shows how to determine the profile of the wind flow velocity and turbulence parameters. The results of the research are presented in the form of summary tables and isofields of aerodynamic pressures on the surface of the structure.

REFERENCES

1. Retter E. I. Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika [Architectural and constructional aerodynamics] : monografiya. Moscow, Stroyizdat. 1984. – 294 p.
2. Simmiu E., Skanlan R. Vozdeystviya vetra na zdaniya i sooruzheniya [Effects of wind on buildings and structures]. – Moscow : Stroyizdat, 1984. – 360 p.
3. Poddaeva O. I., Kubenin A. S., Churin P. S. Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika [Architectural and construction aerodynamics] : uchebnoe posobie. – Moscow : Moskov. gos. stroit. un-t. – 2015. – 88 p. – ISBN 978-5-7264-1194-1.
4. Poddaeva O. I., Dunichkin I. V. Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika / Vestnik MGSU. – Moscow, 2017. - №6. – P. 602–609.
5. Mikhaylova M. K., Dalinchuk V. S., Bushmanova A. V., Dobrogorskaya L. V. Proektirovanie, stroitelstvo i ekspluatatsiya vysoknykh zdaniy s uchyotom aerodinamicheskikh aspektov [Design, construction and operation of high-rise buildings taking into account aerodynamic aspects] / Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy [Construction of unique buildings and structures] / Sankt-Peterburgskiy politekhnicheskii universitet Petra Velikogo, 2016. – №10 (49). – P. 59–74.
6. Ayrapetov A. B. Novye aspekty aerodinamiki vetrovogo nagruzheniya vysoknykh zdaniy v megapolise, novye podkhody i metodicheskie printsipy issledovaniya kak istochnik kontseptsii formirovaniya novykh normativov proektirovaniya i stroitelstva [New aspects of wind loading aerodynamics of high-rise buildings in a megalopolis, new approaches and methodological principles of research as a source of the concept of forming new design and construction standards]. – Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and construction]. – 2010. – № 3. –P. 582–584.
7. Berezin M. A., Katyushin V. V. Atlas aerodinamicheskikh kharakteristik stroitelnykh konstruktсий [Atlas of aerodynamic characteristics of building structures]. Novosibirsk: Olden-poliographiya. 2003. – 138 p. – ISBN 5-94905-002-9.
8. Muschanov V. F., Zubanov A. V., Drozdov A. A. Issledovanie aerodinamicheskikh koeffitsientov provisyuschikh membrannykh pokrytiy inzhenernykh sooruzheniy [Study of the aerodynamic coefficients of sagging membrane coatings of engineering structures]. Metallicheskie konstruktсии [Steel constructions]. 2017. Vol. 23, № 2. P. 81–96.
9. Anuschenko A. M., Erofeev V. I., Khazov P. A., Satanov A. A., Fevral'skikh A. V. Issledovanie obtekaniya vozdushnymi potokami bolsheprolyotnoy poverkhnosti chislennym i eksperimentalnym metodami [Study of air flows streamlining of a large-span surface by numerical and experimental methods] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2021. – № 1. – P. 9–18.
10. Gelbashts D., Buyruk E., Sakhin B., Karabulut K., Alnak D. E. Eksperimentalnoe i chislennoe issledovanie vliyaniya pokrytiya na kharakteristiki vetrovogo potoka mezhdru sosednimi zdaniyami [Experimental and Numerical Investigation of the Effect of Rooftop on the Flow Characteristic Between Two Buildings] / 8-ya mezhdunarodnaya konferentsiya peredovykh tekhnologiy. – Elyazyg, 2017. – P. 1648–1655.
11. Mohamed A., White K., Watkins S. Sravnenie chislennogo issledovaniya vliyaniya



vystupov zdaniya na aerodinamiku s rezultatami aerodinamicheskikh ispytaniy [A Numerical Study of the Updrafts over a Building, with Comparison to Wind-Tunnel Results] // 15-y seminar Avstraliyskogo obshchestva vetroenergetiki. – Sidney, 2012. – 4 p.

12) Lampsi B. B., Shilov S. S., Khazov P. A. Chislennoe i fizicheskoe modelirovanie vetrovykh potokov na bolsheprolyotnoe pokrytie [Numerical and physical modeling of wind flows on a long-span coating] / Vestnik MGSU. – Moscow, 2022. - №1. – P. 21-31.

13) Temam R. Uravneniya Nave – Stoksa. Teoriya i chislenny analiz [Navier – Stokes equations. Theory and numerical analysis]. – Moscow : Mir. 1981. – 408 p.

14) GOST R 56728-2015. Zdaniya i sooruzheniya. Metodika opredeleniya vetrovykh nagruzok na ograzhdayushchie zdaniya [Buildings and constructions. Method for determining wind loads on the building envelope] : natsional. standart RF : utver. i vved. v deystvie Prikazom Rosstandarta ot 19.11.2015 N 1892-st. : data vved. 2016-05-01 : [red. ot 22.12.2020]. – URL: <http://www.consultant.ru>.

15) SP 20.13330.2016. Nagruzki i vozdeystviya [Loads and effects] : svod pravil : utver. Prikazom Ministroya Rossii ot 03.12.2016 N 891/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.1.07-85* : data vved. 4 iyunya 2017 g. : [red. ot 30.05.2022]. – URL: <http://www.consultant.ru>.

16) EN 1991-1-4:2005+A1. Evrokod 1: Vozdeystviya na sooruzheniya. Chast 1-4 : osnovnye vozdeystviya – Vetrovye nagruzki [Eurocode 1: action on structures – Part 1-4: General actions – Wind actions. – URL: <https://www.cstroy.ru/files/ntdoc/np1991-1-4.pdf>.

© С. С. Шилов, 2023

Получено: 28.12.2022 г.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.162

А. Л. ВАСИЛЬЕВ¹, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии; А. С. БАЛОБАНОВ, аспирант¹, ведущий инженер-технолог²

ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-87;
эл. почта: k_viv@nngasu.ru

²ООО «НПЦ ПромВодОчистка»

Россия, 603093, г. Н. Новгород, ул. Яблонева, д. 20, литера КК1, П1. Тел.: (831) 262-16-01;
эл. почта: info@prom-water.ru

Ключевые слова: водоподготовка, качество воды, активированный уголь, модернизация.

Изложены методы модернизации системы водоподготовки с установкой в качестве доочистки фильтров с загрузкой из активированного угля.

Регулирование рек, процессы эвтрофикации и развитие фитопланктона как часть естественного цикла очистки водоемов и современных процессов использования водных источников ведут к увеличению нагрузки на сооружения водоснабжения. Все вышеописанные загрязнения могут создавать антропогенные примеси, которые не всегда могут быть очищены классическими методами. Одними из косвенных показателей повышенной нагрузки на водоем являются: окисляемость, цветность, мутность, запах, привкус.

Высокое содержание загрязнений, вызывающих цветность, мутность, окисляемость ведет к увеличению расходов: коагулянта, флокулянта, извести и прочих реагентов, используемых в системах водоочистки. Не всегда корректировка режимов работы сооружений, особенно в паводковый период, может сказаться на качестве очищенной воды, в воду могут попадать органические соединения, в том числе продукты реакции применяемых реагентов. Одним из перспективных методов очистки воды от антропогенной нагрузки является использование активированных углей, которые улавливают загрязнения на своей поверхности за счет адсорбции.

В качестве примера модернизации с помощью использования активированного угля может быть рассмотрена станция водоочистки г. Чкаловска Нижегородской обл.

Источником поступления исходной воды на станцию является Горьковское водохранилище с сезонным регулированием. Площадь водного зеркала – 1195 – 1590 км²; средняя глубина – 5,5 м, максимальная – 23 м. Горьковское водохранилище используется комплексно: для выработки гидроэнергии, подачи воды на нужды хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения (до 6,5 км³ в год), промышленного рыболовства, улучшения условий судоходства, рекреации (150 учреждений отдыха в прибрежной зоне, рекреационный потенциал 25 млн посещений в год), добычи песчано-гравийной смеси со дна водохранилища (несколько млн тонн в год).



Характеристики качества воды Горьковского водохранилища по данным протоколов испытаний за несколько прошлых лет приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики качества воды Горьковского водохранилища

Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытания	Допустимые уровни, не более	НД на методы исследований
Цветность	градус	36,0	-	ГОСТ 31868-2012
Мутность	мг/дм ³	2,5	2,0	ГОСТ Р 57164-2016
Никель	мг/дм ³	0,050	0,02	
Железо общее	мг/дм ³	0,54	0,3	ПНДФ 14.1:2:4.50-96
Взвешенные вещества	мг/дм ³	62,0	200,0	ПНДФ 14.1:2:4.254-09
Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытания	Допустимые уровни, не более	НД на методы исследований
Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	мгО ₂ /дм ³	9,6	4,0	ПНДФ 14.1:2:4.50-96
Химическое потребление кислорода (БПК ₅)	мгО ₂ /дм ³	148,0	30,0	ПНДФ 14.1:2:4.254-09

По прочим параметрам вода водохранилища находится в пределах ПДК.

Рассматриваемый водный источник характеризуется высоким содержанием гидробионтов, которые затрудняют работы очистных сооружений и являются проводниками бактерий и вирусов.

Характеристики качества воды Горьковского водохранилища по гидробиологическим показателям содержания фитопланктона приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики качества воды Горьковского водохранилища по гидробиологическим показателям

Наименование показателя	Ед. изм.	Результат исследования	Методика исследований
1.Общая численность фитопланктона	кл/мл	14 840	РГ-1992
2.Общая биомасса фитопланктона	мг/л	1,284	
3.Класс качества вод по 6-балльной шкале		III	
4.Диатомовые (биомасса основных групп)	мг/л	0,475	
5.Диатомовые (численность основных групп)	кл/мл	587	
6.Зеленые (численность основных групп)	кл/мл	67	
7.Зеленые (биомасса основных групп)	мг/л	0,015	
8.Сине-зеленые (численность основных групп)	кл/мл	14173	
9.Сине-зеленые (биомасса основных групп)	мг/л	0,781	

По данным Верхне-Волжского УГМС, журналов контроля качества воды производственной лаборатории ООО «Водоканал» г. Чкаловска: воды Горьковского



водохранилища на протяжении последних нескольких лет характеризовались как очень загрязненные (3-й класс, разряд Б) и грязные (4-й класс, разряд А) [1] по показателям трудноокисляемых органических веществ по величине ХПК, легкоокисляемых органических веществ по величине БПК₅ и железу общему. В соответствии с ГОСТ 2761-84 п. 2.2 класс поверхностного водоисточника Горьковского водохранилища принят 3-й по показателям БПК и ХПК.

Проект станции водоподготовки разрабатывался в 1954 г. Заполнение водохранилища началось в 1955 году. Фильтровальная станция г. Чкаловска введена в эксплуатацию в 1956 году. Проектный состав станции: первичное хлорирование, коагулирование, горизонтальные отстойники, скорые фильтры, вторичное хлорирование. В 2012 г. был заменен окислитель с жидкого хлора на альтернативный окислитель – гипохлорит натрия.

Качество воды водохранилища из-за процессов регулирования водохранилища стало изменяться. Сооружения водоподготовки стали не справляться с очисткой воды. В связи с этим компанией ООО «НПЦ ПромВодОчистка» был разработан проект реконструкции существующих сооружений.

Получение питьевой воды нормативного качества при использовании поверхностных вод зависит от эффективности применяемых на водопроводной станции методов очистки воды. В табл. 3 приведены обобщенные данные по лимитирующим показателям качества воды Горьковского водохранилища.

Таблица 3

Показатели

Показатели	Ед. изм.	Фактическое значение
1. Запах	балл	2
2. Привкус	балл	2
3. Мутность	мг/дм ³	0,5–3,0 до 30(планктон)
4. Цветность	градус	35–90
5. Перманганатная окисляемость	мгО/дм ³	8,0–15,0
6. Водородный показатель	Ед. рН	6,0–7,5
7. Железо общее	мг/дм ³	0,4–2,0
8. Марганец	мг/дм ³	0,01–0,30
9. Нефтепродукты	мг/дм ³	0,02–0,06
10. АПАВ	мг/дм ³	0,10–0,30

Согласно табл. 11 СП31.13330.2021 [2], для осветления и обесцвечивания воды Горьковского водохранилища могут быть использованы технологические схемы, включающие:

- отстойники и скорые фильтры;
- контактные префильтры и скорые фильтры;
- контактные осветлители.

Использование технологической схемы с отстойниками и скорыми фильтрами возможно при мутности исходной воды до 1500 мг/дм³ и цветности до 120 градус. Мутность воды Горьковского водохранилища редко превышает 3,0 мг/дм³, что недостаточно для эффективного протекания процессов хлопьеобразования и отстаивания, особенно в холодное время года.

В работе [3] отмечено, что режимы коагуляции волжской воды в холодное



время года не соответствуют назначению типовой двухступенчатой технологии осветления воды вследствие повышенного выноса взвеси на фильтры, что указывает на недостаточную барьерную роль отстойников. Таким образом, основная нагрузка по осветлению и обесцвечиванию воды перераспределена на фильтровальную загрузку, в которой очистка воды протекает по типу контактной коагуляции.

Таким образом, для осветления и обесцвечивания воды Горьковского водохранилища в проекте была применена схема двухступенчатого фильтрования (контактные префильтры – скорые фильтры) и в качестве финальной обработки воды были применены напорные фильтры с загрузкой из активированного угля.

Данная технологическая схема позволит при необходимости работать при высоких дозах коагулянта, которые могут потребоваться в периоды экстремально высокой загрязненности воды источника водоснабжения.

Качество воды волжских водохранилищ подвержено значительным сезонным изменениям. В частности, при нарушении кислородного режима в воде увеличивается содержание двухвалентного железа (зимой) и марганца (летом). Возможно заметное ухудшение органолептических показателей качества воды. Решение этих проблем требует применения окислителей и сорбентов.

Финишная ступень очистки воды на сорбционных фильтрах предназначена для снижения содержания продуктов хлорирования и высокомолекулярных примесей: нефтепродуктов, ПАВ, растворимых продуктов жизнедеятельности планктона, предотвращения наличия у воды «нефтяного» запаха в сезон навигации. Сорбционное фильтрование также предусматривается на напорных фильтрах, в качестве загрузки используется активированный уголь марки «АГ-3».

Макетные испытания по данной технологической цепочке показали следующие результаты: снижение цветности с 52 до 12,4 градус; снижение мутности с 5,4 до 1,2 мг/л; снижение окисляемости с 10,4 до 4,0 мгО₂/л; снижение общего железа с 0,8 до 0,19 мг/л. Данные испытания подтвердили эффективность очистки на предложенной технологической схеме.

Сорбционные фильтры подбираются и технически исполняются так же, как и скорые фильтры. В данном проекте для сорбционных фильтров используются корпуса типа ФСУ 2,0-0,6 из углеродистой стали. Негативным моментом в эксплуатации данных фильтров является то, что все поверхности, контактирующие с фильтрующим материалом в водной среде, подвержены повышенной коррозии. Также железо из корпуса фильтра будет сорбироваться в фильтрующем слое. Вследствие этого места соприкосновения должны иметь усиленную антикоррозионную обработку.

Сорбционные фильтры требуют строгого контроля качества очистки воды, для того чтобы контролировать проскок загрязнений и точно спрогнозировать время замены активированного угля.

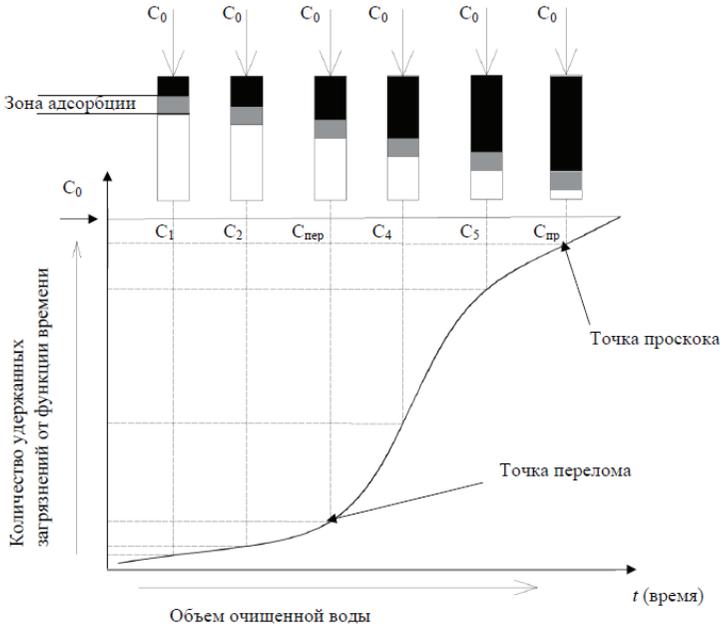
При прохождении воды через слой активированного угля растворенные вещества сорбируются на поверхности загрузки, формируется зона массообмена.

На рисунке показано изменение концентрации адсорбированных частиц на поверхности активированного угля во времени.

Растворенные вещества удерживаются на верхних слоях до тех пор, пока адсорбированное количество не уравнивается с концентрацией растворенного вещества в потоке. В это конкретное время эта часть сорбционной емкости материала исчерпана [5].

График между концентрацией загрязнений и объемом очищенной воды представляет собой S-образную кривую в зоне адсорбции с концами, асимптотически

стремящимися к нулю, и концентрацией C_0 на входе. Эта кривая известна как кривая проскока. Идеальный участок до проскока, полученный для адсорбера с неподвижным слоем, изображен на рисунке. После прохождения точки перелома сорбционная емкость материала будет полностью исчерпана, что приведет к проскоку загрязнений.



Типовое движение зоны адсорбции в адсорбере с неподвижным слоем: C_0 – концентрация загрязнений в источнике; $C_{1..5}$ – концентрация загрязнений после фильтра; $C_{пер}$ – концентрация загрязнений в точке перелома; $C_{пр}$ – концентрация проскока загрязнений

Промывка скорых фильтров организована обратным током воды, что обеспечивает вымывание загрязнений из толщи воды. В случае с активированными углями регенерация, т. е. возвращение к исходным фильтрующим характеристикам возможно только в специальных условиях, схожих с процессами активации углей. Накопленные загрязнения из угля не вымываются. Промывка обратным током сорбционных фильтров используется для предотвращения слеживания материала и смыва накопившихся в верхних слоях механических примесей, но и такая промывка ведет к перемешиванию слоев с различной сорбционной емкостью, это уменьшает фильтроцикл угольной загрузки. Включение в технологическую схему дополнительного узла доочистки в виде засыпных фильтров с активированным углем увеличивает объем воды, подаваемой на сооружения доочистки дренажного стока. Одним из способов уменьшения количества промывной воды – это применение водовоздушной промывки, в проекте из примера используется только водная промывка. Промывка обратным током неизбежно приведет к истиранию материала и потребует его досыпка, но новый материал будет иметь максимальную емкость, а сорбционная емкость материала уже уменьшена, и, как следствие, досыпка не скажется на фильтрующей способности всего материала [4].

Соответственно после определения износа фильтрующего материала его необходимо будет выгружать, что является не простой задачей из-за образования за-



стойных зон, в которых накапливается сыпучий материал.

Исходя из вышесказанного, метод очистки с использованием активированных углей имеет и положительные, и отрицательные стороны: высокие капитальные затраты на строительство сооружений; строгий контроль работы сооружений на предмет исчерпания сорбционной емкости фильтрующего материала.

Использование активированных углей является одним из перспективных методов доочистки природных вод. На многих водопроводных станциях к сорбционной очистке переходят путем замена части фильтрующего материала в скорых фильтрах, но данные изменения требуют корректировки гидродинамического режима работы фильтра из-за разной массы фильтрующего материала.

Безусловным преимуществом применения сорбционной очистки в практике водоснабжения является способность активированных углей к улавливанию широкого перечня загрязнений с различной природой происхождения. Данное свойство позволяет задерживать загрязнения до любой остаточной концентрации не зависимо от химической устойчивости. Данный процесс доочистки не имеет вторичных загрязнений. Также возможно прогнозируемое управление процессом фильтрации.

Применение в практике технологических схем с использованием активированных углей позволит улучшить качество очищенной воды при повышенных антропогенных нагрузках на водоемы, но данный метод требует грамотного подхода при проектировании и эксплуатации сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям : руководящий документ : утвержден и введен в действие Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды от 3 декабря 2002 г. : дата введения 1 января 2004 г. – Ростов-на-Дону : Росгидромет, 2002. – 50 с. – Текст : непосредственный.

2. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения : свод правил : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. № 1016/пр : актуализированная редакция СНиП 2.04.02 – 84* : дата введения 28 января 2022 г. – Москва, 2022. – 155 с. – Текст : непосредственный.

3. Чуриков, Ф. И. Производственные испытания полиоксихлорида алюминия на водопроводных станциях г. Казани / Ф. И. Чуриков, Н. Ф. Яруллин, В. П. Овчинников. – Текст : непосредственный // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 8. – 38–43 с.

4. Смирнов, А. Д. Сорбционная очистка воды / А. Д. Смирнов. – Ленинград : Химия, 1982. – 168 с. – Текст : непосредственный.

5. Lehr, Jay. Water Encyclopedia: Domestic, Municipal, and Industrial Water Supply and Waste Disposal / Jay Lehr, Jack Keeley // John Wiley & Sons, Inc., Hoboken. – New Jersey, 2005. – 952 с.

VASILEV Aleksey Lvovich¹, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry; BALOBANOV Aleksandr Sergeevich, post graduate student¹, leading engineer technologist²

APPLICATION OF ACTIVATED CARBON TO REMOVE ANTHROPOGENIC IMPURITIES FROM SURFACE SOURCES IN WATER TREATMENT TECHNOLOGY



¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-87;
e-mail: k_viv@nngasu.ru

²JSC PromVodOchistka
20, Yablonevaya St., letter KK1, P1, Nizhny Novgorod, 603093, Russia. Tel.: +7 (831) 262-16-01;
e-mail: info@prom-water.ru

Key words: water treatment, water quality, activated carbon, modernization.

The article describes a method for modernizing a water treatment system with the installation of filters loaded with activated carbon as an aftertreatment.

REFERENCES

1. RD 52.24.643-2002 Metodicheskie ukazaniya. Metod kompleksnoy otsenki stepeni zagryazneniya poverkhnostnykh vod po gidrokhimicheskim pokazatelyam [Methodological guidelines. The method of comprehensive assessment of the degree of pollution of surface waters by hydrochemical indicators]: utverzhd. i vved. v deystvie Fed. sluzhboy po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushey sredy ot 3 dekabrya 2002 g. : data vved. 1 yanvarya 2004 g. – Rostov-on-Don: Rosgidromet, 2002. – 50 p.
2. SP 31.13330.2021. Vodosnabzhenie. Naruzhnye seti i sooruzheniya [Water supply. External networks and structures] : svod pravil: utverzhdyon prikazom Ministerstva stroitelstva i zhilishchno-kommunalnogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii ot 27 dekabrya 2021 g. № 1016 / pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 2.04.02-84* : data vved. 28 yanvarya 2022 g. – Moscow, 2022. – 155 p.
3. Churikov F. I., Yarullin N. F., Ovchinnikov V. P. Proizvodstvennye ispytaniya polioksikhlorida alyuminiya na vodoprovodnykh stantsiyakh g. Kazani [Production tests of aluminum polyoxychloride at waterworks in Kazan] // Vodosnabzhenie i santekhnika [Water supply and sanitary technique] 2005. № 8. – 38–43 p.
4. Smirnov A. D. Sorbtionnaya ochestka vody [Sorption water treatment]. – Leningrad: Khimiya, 1982. – 168 p.
5. Jay Lehr., Jack Keeley., Water Encyclopedia: Domestic, Municipal, and Industrial Water Supply and Waste Disposal, – John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005. – 952 p.

© **А. Л. Васильев, А. С. Балобанов, 2023**

Получено: 28.01.2023 г.



УДК 628.312

А. А. АБРАМОВА, канд. техн. наук, доц. кафедры водоснабжения и водоподготовки; **М. Ю. ДЯГЕЛЕВ**, канд. техн. наук, доц. кафедры водоснабжения и водоподготовки; **В. Г. ИСАКОВ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой водоснабжения и водоподготовки; **А. М. НЕПОГОДИН**, ст. преп. кафедры водоснабжения и водоподготовки

НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА СПЕЦИФИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПОВЕРХНОСТНЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова»
Россия, 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 7. Тел.: +7(3412) 77-60-55 доб. 3270;
эл. почта: m.yu.dyagelev@istu.ru

Ключевые слова: сточные воды, антибиотики, спектроскопия, очистка стоков, микрозагрязнители, устойчивость к противомикробным препаратам.

Представлена проблема загрязнения поверхностных и сточных вод лекарственными препаратами и их метаболитами – новыми специфическими загрязняющими веществами. Проведен анализ данных по результатам имеющихся отечественных и зарубежных научных исследований по выявлению специфических загрязняющих веществ в природных и сточных водах. Проведена систематизация источников, через которые фармацевтические препараты, в первую очередь антибиотики, попадают в сточные воды. Приведен анализ изменений нормативной базы в области нормирования содержания антибиотических препаратов в питьевой и поверхностных водах России и мира. Представлены недостатки нормативно-правовой базы России в сфере обращения с лекарственными веществами и оценка их опасности для экосистем.

В настоящее время присутствие фармацевтических соединений и их метаболитов, считающихся новыми органическими микрозагрязнителями, в водной среде вызывает серьезную озабоченность во всем мире [1, 2]. Основная причина, объясняющая появление фармацевтических препаратов в водах, заключается в их широком потреблении и неполном удалении на городских очистных сооружениях, поэтому остатки препаратов попадают в поверхностные воды, грунтовые воды и морские воды с последующим влиянием на их качество [3–6] (см. рис. 1).

Среди лекарственных препаратов стоит выделить антибиотики, которые согласно Соколовой Л. И. и др. [3] являются биологически активными веществами, используемыми в качестве лекарственных средств в профилактике, лечении заболеваний, а также особенно активно применяемыми в последнее десятилетие для стимулирования роста сельскохозяйственных животных и гидробионтов, выращиваемых в искусственных условиях. Основная причина выделения антибиотиков – наличие негативного воздействия, которое они могут оказывать на водную экосистему и здоровье человека, например, развитие штаммов, устойчивых к противомикробным препаратам, вызванных сбросом сточных вод в водоемы [5, 7].



Рис. 1. Схема основных источников попадания в водную среду фармацевтических препаратов

В своих работах Козлова М. А. [8, 9] приводит анализ исследований относительного вклада различных источников лекарственного загрязнения водной среды и утверждает, что вклад человека через бытовые сточные воды является основным и может достигать 90 % от всего поступления. При этом существует два основных пути: выделение лекарств и их метаболитов через организм человека и утилизация просроченных или просто ненужных медикаментов, использованных шприцов, ампул и т. д. Утилизируемые препараты выбрасываются в мусор с последующим попаданием на свалки твердых бытовых отходов, которые, в свою очередь, становятся потенциальными источниками поступления в окружающую среду [10].

Поступление лекарств в бытовые сточные воды чаще всего зависит от доли выведения лекарств из организма человека через естественные выделения (моча, пот, кал), которая варьируется в широком диапазоне (см. рис. 2). Данные исследований Козловой М. А. [8, 9] и Monteiro S. C., Boxall A. B. A [11] показывают, что тетрациклины, пенициллины, фторхинолоны и бета-блокаторы (за исключением пропранолола и бетаксолола) выводятся практически без изменений, тогда как анальгетики и противовоспалительные препараты интенсивно метаболизируются, хотя процентные уровни экскреции для большинства метаболитов неизвестны.

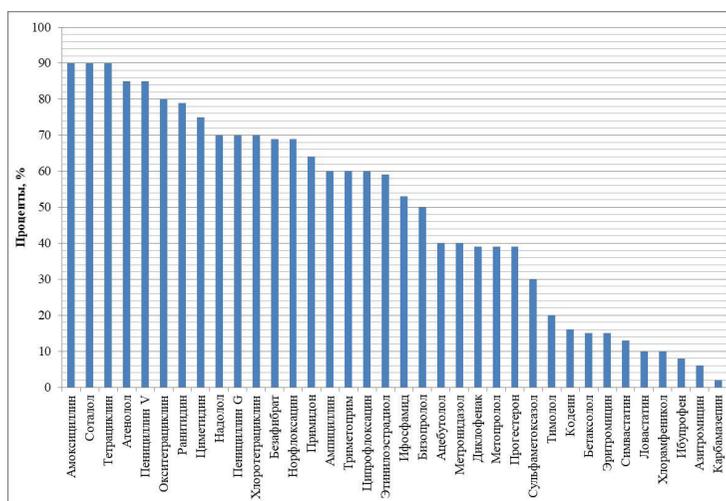


Рис. 2. Процент выведения некоторых лекарственных препаратов из организма человека

Озабоченность обнаружения фармацевтических препаратов в сточных водах выражается также во включении нескольких препаратов в недавно обновленный Список особого внимания Европейского союза. В этот список включены девять фармацевтических препаратов и один метаболит, из которых четыре антибиотика: амоксициллин, ципрофлоксацин, сульфаметоксазол, триметоприм. Изучение присутствия фармацевтических препаратов в сточных водах, а также экологических рисков, связанных с очищенными сточными водами и водоемами, принимающими сточные воды, стало предметом особого интереса из-за рисков для здоровья человека и водных экосистем [12]. Для этого требуются передовые аналитические методы, такие как жидкостная хроматография в сочетании с тандемной масс-спектрометрией (ЖХ-МС/МС), способные точно определять количество фармацевтических препаратов и их метаболитов на уровне ниже миллиардных долей [2, 13].

По данным обзора Соколовой Л. И. и др. [3], антибиотики в различных концентрациях обнаружены в сточных водах Эстонии, Италии, Китая, Индии, Кении, Японии, США, Мексике, Германии, Вьетнаме, Великобритании, Швейцарии, Италии, России, Португалии, Сербии и Южной Кореи. В Российской Федерации доступно лишь несколько исследований о присутствии фармацевтических препаратов в воде по сравнению с более промышленно развитыми странами. Некоторыми примерами являются работы Долиной Л. Ф. и Савиной О. П. [4], Баренбойма Г. М., Чигановой М. А. и Березовской И. В. [5, 14], в которых приводится концентрация таких лекарственных препаратов, как N-бутил-бензолсульфамид (0,026 мг/дм³), 12-метатетрадекановая кислота (0,038 мг/дм³), бета-ситостерол (0,005 мг/дм³), диклофенак (0,000025–0,00035 мг/дм³), ампициллин (0,000005 мг/дм³), тетрациклин (0,00662 мг/дм³) в отдельных водоемах России.

Однако Россия входит в первые десять стран по абсолютному значению потребления лекарственных препаратов [15]. В настоящее время фармацевтическая отрасль России развивается стремительными темпами, что связано в том числе с реализуемой в нашей стране политикой импортозамещения. По прогнозам специалистов, к 2023 г. фармацевтический рынок России увеличится до 20 млрд долларов (см. рис. 3).

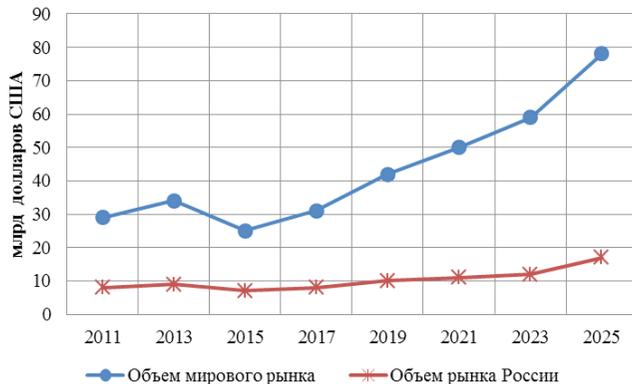


Рис. 3. Перспективы роста мирового и российского рынков потребления антибиотиков

Данные, представленные на рис. 3, показывают актуальность темы, связанной с антибиотическим загрязнением сточных вод в России и за рубежом и все увеличивающийся научный интерес к этой проблеме.



В настоящий момент в России впервые была установлена предельно допустимая концентрация отдельных антибиотиков и гормонов в воде, согласно СанПиН 1.2.3685-21. В данном документе установлены единые требования к содержанию 8 различных антибиотиков «Гигиенические в воде разных объектов: централизованной системы водоснабжения, нецентрализованного водоснабжения, воде поверхностных и подземных водных объектов, воде плавательных бассейнов». В таблице приведены нормируемые концентрации антибиотиков в воде и лимитирующие показатели вредности согласно СанПиН 1.2.3685-21. Поскольку указанные в таблице величины ПДК совпадают с европейскими нормами, можно предположить, что при разработке российских стандартов в области концентрации антибиотиков в воде был использован европейский нормативный документ: *Commission implementing decision (EU) 2018/840 of 5 June 2018 establishing a watch list of substances for Union-wide monitoring in the field of water policy pursuant to Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council and repealing Commission Implementing Decision (EU) 2015/495* [15].

Следует отметить, что действие СанПиН 1.2.3685-21 регулирует деятельность станции водоподготовки в части нормирования содержания в воде хозяйственно-питьевого назначения отдельных микрозагрязнителей, но не очистных сооружений канализации, которые являются последней ступенью защиты поверхностных вод (и частично подземных) от попадания фармацевтических препаратов.

Нормативы содержания антибиотиков в воде питьевой систем централизованного водоснабжения

Наименование вещества	Формула	Величина ПДК (ОДК), мкг/л	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности
Амоксициллин	$C_{16}H_{19}N_3O_5S$	0,078	с.-т.*	1
Ампициллин	$C_{16}H_{19}N_3O_4S$	20	с.-т.	2
Эритромицин	$C_{37}H_{67}NO_{13}$	0,2	с.-т.	1
Азитромицин	$C_{38}H_{72}N_2O_{12}$	0,019	с.-т.	1
Оксациллин	$C_{19}H_{19}N_3O_5S$	20	с.-т.	2
Бензилпенициллин	$C_{16}H_{18}N_2O_4S$	20	с.-т.	2
Кларитромицин	$C_{38}H_{69}NO_3$	0,12	с.-т.	1
Ципрофлоксацин	$C_{17}H_{18}FN_3O_3$	0,089	с.-т.	1

* с.-т. – санитарно-токсикологический

В зарубежных источниках авторами была найдена и проанализирована информация по обнаруженным максимальным концентрациям в поверхностных и хозяйственно-питьевых водах (в скобках), представленных в табл. 2 антибиотикам (нг/л): ципрофлоксацин – 30 (10), энрофлоксацин – 40 (20), эритромицин – 40 (10), линкомицин – 10 (10), ломефлоксацин – 35 (10), норфлоксацин – 31 (10), офлоксацин – 480 (10), рокситромицин – 66 (5), сульфаметазин – 40 (10), сульфаметоксазол – 60 (10), тетрациклин – 35 (5) [15].

Выводы

Фармацевтические соединения и их метаболиты при появлении в сточных и поверхностных водах являются новыми органическими микрозагрязнителями. Причина появления фармацевтических препаратов в сточных и природных водах – рост потребления и неполное удаление данных микрозагрязнителей на городских очистных сооружениях.



Одним из способов снижения концентрации новых микрозагрязнителей – это разработка норм, регулирующих их содержание как в городских сточных водах, так и в стоках, прошедших все этапы очистки на очистных сооружениях. Первым этапом нормативного регулирования стало введение в действие СанПиН 1.2.3685-21, регулирующего содержание 8 антибиотиков в водах централизованной и нецентрализованной системы водоснабжения.

Действие СанПиН 1.2.3685-21 регулирует деятельность станции водоподготовки в части нормирования содержания фармацевтических препаратов в воде хозяйственно-питьевого назначения, при этом работа очистных сооружений канализации и выпуск очищенных стоков в поверхностные водоемы не регламентируются нормами СанПиН 1.2.3685-21.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашиникова в рамках научного проекта № ДМЮ/20-70-24.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разработка технологии глубокой доочистки сточных вод фармзавода / Л. Н. Губанов, И. В. Катраева, М. Л. Гусаров, М. В. Колпаков. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, – 2009. – № 4 (12). – С. 148–152.

2. Оценка загрязненности городских сточных вод антибиотическими препаратами цефалоспориновой группы и возможности их определения спектрофотометрическим методом / А. А. Абрамова, А. М. Батуева, А. В. Васильев [и др.]. – Текст : электронный // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2021. – № 2 (42). – С. 53–65. – DOI 10.15593/2409-5125/2021.02.05.

3. Использование природных алюмосиликатов для очистки сточных вод от антибиотиков различных классов / Л. И. Соколова, Д. С. Гальченко, М. Г. Смирнова, Я. Ю. Блиновская. – Текст : электронный // Гидрометеорология и экология. – 2021. – № 62. – С. 113–126. – DOI 10.33933/2074-2762-2021-62-113-126.

4. Долина, Л. Ф. Очистка вод от остатков лекарственных препаратов / Л. Ф. Долина, О. П. Савина. – Текст : электронный // Наука та прогрес транспорту. – 2018. – № 3 (75). – С. 36–51. – DOI 10.15802/stp2018/134675.

5. Баренбойм, Г. М. Загрязнение поверхностных и сточных вод лекарственными препаратами / Г. М. Баренбойм, М. А. Чиганова // Вода: химия и экология. – 2012. – № 10(52). – С. 40–46.

6. Pharmaceuticals and environmental risk assessment in municipal wastewater treatment plants and rivers from Peru. / J. I. Nieto-Juárez, R. A. Torres-Palma, A. M. Botero-Coy, F. Hernández // Environment International. – 2021. – V. 155. – P. 106674. – DOI 10.1016/j.envint.2021.106674.

7. Оценка специфических загрязнений в составе городских сточных вод / Н. М. Мезрин, А. А. Абрамова, М. Ю. Дягелев, В. Г. Исаков. – Текст : электронный // Водоснабжение и санитарная техника. – 2022. – № 7. – С. 34–41. – DOI 10.35776/VST.2022.07.05.

8. Козлова, М. А. Исследование лекарственного загрязнения водных объектов в зонах сброса сточных вод городов и промышленных предприятий / М. А. Козлова // Вода: химия и экология. – 2019. – № 3–6. – С. 30–36.

9. Козлова, М. А. Исследование лекарственного загрязнения природных и сточных вод: некоторые результаты и нормативно-правовое регулирование / М. А. Козлова. – Текст : электронный // Водные ресурсы России : современное состояние и управление : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, 08–14 октября 2018 г. – Сочи : Лик, 2018. – Том 2. – С. 307–314. – <https://www.elibrary.ru/download/>



elibrary_36764155_16789224.pdf.

10. Classification of antibiotics contained in urban wastewater / A. A. Abramova, V. G. Isakov, A. M. Nepogodin [et al]. // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. – 2020. – V. 548. – P. 52078. – DOI 10.1088/1755-1315/548/5/052078.

11. Monteiro, S. C. Occurrence and Fate of Human Pharmaceuticals in the Environment / S. C. Monteiro, A. B. A. Boxall // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. – 2010. – V. 202 (1). – P. 53-154. – DOI: 10.1007/978-1-4419-1157-5_2.

12. Чеснокова, С. М. Исследование влияния антибиотиков на процессы самоочищения гидрэкосистем / С. М. Чеснокова, О. В. Савельев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2018. – № 7. – С. 4–10.

13. Исследование содержания антибиотиков в городских сточных водах / М. В. Журавлева, И. С. Сазыкин, А. И. Жумбей [и др.]. – Текст : непосредственный // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия : Международная научная конференция, посвященная 100-летию Южного федерального университета, 27–30 мая 2015 года / Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону, 2015. – С. 516–519.

14. Баренбойм, Г. М. Особенности загрязнения поверхностных водных объектов компонентами лекарственных средств / Г. М. Баренбойм, М. А. Чиганова, И. В. Березовская. – Текст : непосредственный // Водное хозяйство России. – 2014. – № 3. – С. 131–141.

15. Абрамова, А. А. Нормативное регулирование и оценка антибиотического загрязнения поверхностных и сточных вод в России и за рубежом / А. А. Абрамова, А. М. Непогодин, Ю. А. Зяпарова, Т. М. Лыхно. – Текст : непосредственный // Яковлевские чтения-2022: Системы водоснабжения и водоотведения. Современные проблемы и решения : сборник докладов участников XVII Международной научно-технической конференции, посвященной памяти академика РАН С. В. Яковлева, 17–18 марта 2022 года / Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. – Москва, 2022. – С. 79–85.

ABRAMOVA Anna Aleksandrovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of water supply and water treatment; DYAGELEV Mikhail Yurevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of water supply and water treatment; ISAKOV Vitaly Germanovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of water supply and water treatment; NEPOGODIN Aleksandr Mikhaylovich, senior teacher of the chair of water supply and water treatment

NORMATIVE REGULATION AND ASSESSMENT OF SPECIFIC POLLUTANTS IN SURFACE AND WASTE WATERS IN RUSSIA AND ABROAD

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

7, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russia. Tel.: +7 (3412) 77-60-55 ext. 3270;

e-mail: m.yu.dyagelev@istu.ru

Key words: wastewater, antibiotics, spectroscopy, wastewater treatment, micropollutants, antimicrobial resistance.

The article presents the problem of pollution of surface and waste waters by drugs and their metabolites – new specific pollutants. The data on the results of available domestic and foreign scientific research to identify specific pollutants in natural and wastewater are analyzed. The systematization of sources through which pharmaceuticals, primarily antibiotics, get into wastewater is carried out. An analysis of regulatory changes in the field of regulation of antibiotics' content in potable and surface waters in Russia and in the world is presented. Disadvantages of the Russian regulatory framework in the field of handling pharmaceuticals and assessment of their risk to ecosystems are presented.



REFERENCES

1. Gubanov L. N., Katraeva I. V., Gusarov M. L., Kolpakov M. V. Razrabotka tekhnologii glubokoy doochistki stochnykh vod farmzavoda [Development of an integrated wastewater aftertreatment process for a pharmaceutical plant]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]*. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2009. № 4(12). P. 148–152.
2. Abramova A. A., Batueva A. M., Vasilev A. V. et al. Otsenka zagryaznyonosti gorodskikh stochnykh vod antibioticheskimi preparatami tsefalosporinovoy gruppy i vozmozhnosti ikh opredeleniya spektrofotometricheskim metodom [Assessment of urban wastewater contamination with antibiotic drugs of the cephalosporin group and the possibility of their determination by a spectrophotometric method]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*. [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urbanistics.]. 2021, № 2(42). P. 53–65. – DOI 10.15593/2409-5125/2021.02.05.
3. Sokolova L. I., Galchenko D. S., Smirnova M. G., Blinovskaya Ya. Yu. Ispolzovanie prirodnykh alyumosilikatov dlya ochistki stochnykh vod ot antibiotikov razlichnykh klassov [Use of natural aluminosilicates for treatment of wastewater from antibiotics of different classes]. *Gidrometeorologiya i ekologiya [Hydrometeorology and Ecology]*. 2021, № 62. P. 113–126. – DOI 10.33933/2074-2762-2021-62-113-126.
4. Dolina L. F., Savina O. P. Ochistka vod ot ostatkov lekarstvennykh preparatov [Cleaning of water from drug residues]. *Nauka ta progres transportu [Science and progress of transport]*. 2018, № 3(75). P. 36–51. – DOI 10.15802/stp2018/134675.
5. Barenboym G. M., Chiganova M. A. Zagryaznenie poverkhnostnykh i stochnykh vod lekarstvennymi preparatami [Pollution of surface water and wastewater by drugs]. *Voda: khimiya i ekologiya [Water: Chemistry and Ecology]*. 2012, № 10(52). P. 40–46.
6. Nieto-Juárez J. I., Torres-Palma R. A., Botero-Coy A. M., Hernández F. Pharmaceuticals and environmental risk assessment in municipal wastewater treatment plants and rivers from Peru. *Environment International*. 2021. Vol. 155. P. 106674. DOI 10.1016/j.envint.2021.106674.
7. Mezrin N. M., Abramova A. A., Dyagelev M. Yu., Isakov V. G. Otsenka spetsificheskikh zagryazneniy v sostave gorodskikh stochnykh vod [Assessment of specific pollutants in urban wastewater]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary engineering]*. 2022. № 7. P. 34–41. – DOI 10.35776/VST.2022.07.05.
8. Kozlova M. A. Issledovanie lekarstvennogo zagryazneniya vodnykh obektov v zonakh sbrosa stochnykh vod gorodov i promyshlennykh predpriyatiy [Study of drug contamination of water bodies in the areas of urban and industrial wastewater discharges]. *Voda: khimiya i ekologiya [Water: Chemistry and Ecology]*. 2019. № 3–6. P. 30–36.
9. Kozlova M. A. Issledovanie lekarstvennogo zagryazneniya prirodnykh i stochnykh vod: nekotorye rezultaty i normativno-pravovoe regulirovanie [Research on drug contamination of natural and wastewater: some results and regulations]. *Vodnye resursy Rossii: sovremennoe sostoyanie i upravlenie: Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Water Resources of Russia: Current State and Management: proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]*. 08–14 oktyabrya 2018 g. Sochi : Lik, 2018. Vol. 2. P. 307–314. – https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36764155_16789224.pdf.
10. Abramova A. A., Isakov V. G., Nepogodin A. M. [et al.] Classification of antibiotics contained in urban wastewater. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020. Vol. 548. P. 52078. DOI 10.1088/1755-1315/548/5/052078.
11. Monteiro S. C., Boxall A. B. A. Occurrence and Fate of Human Pharmaceuticals in the Environment. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 2010. Vol. 202(1), p. 53–154. DOI: 10.1007/978-1-4419-1157-5_2.
12. Chesnokova S. M., Savelev O. V. Issledovanie vliyaniya antibiotikov na protsessy samoochishcheniya gidroekosistem [Study of the effect of antibiotics on the self-purification of hydroecosystems]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary engineering]*. 2018, № 7. P. 4–10.



13. Zhuravlyova M. V., Sazykin I. S., Zhumbey A. I., et al. Issledovanie soderzhaniya antibiotikov v gorodskikh stochnykh vodakh [Study of antibiotic content in municipal wastewater]. Rol botanicheskikh sadov v sokhranении i monitoringe bioraznobraziya: Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya, posvyaschyonnaya 100-letiyu Yuzhnogo federalnogo universiteta [The role of botanical gardens in biodiversity conservation and monitoring: International scientific conference dedicated to the 100th anniversary of Southern Federal University], 27–30 maya 2015 goda / Yuzhny fed. un-t. Rostov-on-Don, 2015. P. 516–519.

14. Barenboym G. M., Chiganova M. A., Berezovskaya I. V. Osobennosti zagryazneniya poverkhnostnykh vodnykh obektov komponentami lekarstvennykh sredstv [Peculiarities of pollution of surface water bodies with components of medicines]. Vodnoe khozyaystvo Rossii [Water Management in Russia]. 2014, № 3. P. 131–141.

15. Abramova A. A., Nepogodin A. M., Zyaparova Yu. A., Lykhno T.M. Normativnoe regulirovanie i otsenka antibioticheskogo zagryazneniya poverkhnostnykh i stochnykh vod v Rossii i za rubezhom [Normative regulation and assessment of antibiotic pollution of surface and wastewater in Russia and abroad]. Yakovlevskie chteniya-2022: Sistemy vodosnabzheniya i vodootvedeniya. Sovremennyye problemy i resheniya [Yakovlev Readings-2022: Water supply and wastewater disposal systems. Modern problems and solutions]: Sbornik dokladov uchastnikov XVII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyaschyonnoy pamyati akademika RAN S.V. Yakovleva, Moskva, 17–18 marta 2022 goda / Natsion. issled. Mosk. gos. stroit. un-t. Moscow, 2022. P. 79–85.

© А. А. Абрамова, М. Ю. Дягелев, В. Г. Исаков, А. М. Непогодин, 2023

Получено: 28.12.2022 г.

УДК 627:556.53

В. В. АГЕЕВА¹, канд. техн. наук, доц. кафедры гидравлики; **Д. А. КОЖАНОВ¹**, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; **Е. А. ЛЮКИНА¹**, студент; **М. А. РЕШЕТНИКОВ²**, канд. техн. наук, доц. кафедры водных путей и гидросооружений

**УЧЕТ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ
ОБВОДНЕННОГО ОДИНОЧНОГО КАРЬЕРА**

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

Тел.: (831) 430-54-91; (910)795-34-66; эл. почта: luykinakatya@yandex.ru

²ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Нестерова, д. 5. Тел.: (831) 218-44-13

Ключевые слова: русловой карьер, антропогенные нарушения русловых процессов, гидрологический режим реки, твердый сток, посадка уровня, моделирование речного потока.

Выполнены подробная оценка влияния разработки карьера на гидрологические условия реки и сравнение данного влияния с рекомендациями и требованиями действующих нормативных документов.

В связи с увеличением объемов строительства возникает острая потребность в качественных строительных материалах, что, в свою очередь, сопровождается необходимостью разработки все новых карьеров. Аллювиальные отложения рек являются наиболее качественными строительными материалами (песок, песчано-гравийная смесь, гравий). Однако карьер, располагаемый в русле реки, оказывает влияние на гидрологический, гидравлический, гидрогеологический и русловый режимы реки. Изменения в режиме реки распространяются на значительном расстоянии вниз и вверх по течению от карьера. Изменения могут протекать в негативном ключе и оказывать влияние на расположенную вблизи карьера инфраструктуру и сооружения.

Процесс добычи речного аллювия (песок, песчано-гравийная смесь (ПГС), песчано-гравийные материалы (ПГМ), гравий) связан с разработкой залежей русел рек с последующим использованием материала в промышленных целях в больших объемах. Такие нерудные строительные материалы (НСМ) считаются самыми чистыми, поскольку в их составе низкий уровень содержания примесей глины, камней и посторонних включений. Они высоко ценятся на строительном рынке, поскольку не требуют дополнительных вложений на очистку и по праву считаются незаменимым материалом. Состав НСМ достаточно однородный. Материал состоит из окатанных частиц песка и гравия с возможными включениями остатков органических веществ, ила и глины. Экологичность и однородность позволяет применять их повсеместно: в строительных, дорожных, сельскохозяйственных и декоративных работах, на производстве и в благоустройстве территории.

Однако механическое изменение рельефа русла, связанное с разработкой карьеров, приводит к изменению естественного руслового процесса. В общем виде взаимодействие карьера с потоком воды и руслом реки подробно описано в раз-

личных источниках [1, 2] и сводится к изменению гидравлических сопротивлений русла потоку, уровня и уклонов водной поверхности, скоростного поля потока, расхода донных и взвешенных наносов, форм транспорта наносов, крупности наносов, характера русловых деформаций выше и ниже карьера из-за резкого увеличения глубины потока.

Как правило, данные процессы протекают в негативном ключе и приводят к понижению уровней воды, увеличению уклонов водной поверхности, появлению неправильных течений, нарушению баланса наносов, снижению отметок дна, активации русловых процессов. При этом имеющимися в настоящее время руководящими документами [1, 2] особое внимание уделяется русловым переформированиям, занесению карьера и твердому стоку. Подобными проблемами заняты и сотрудники ведущих вузов, НИИ, о чем свидетельствуют многочисленные публикации [3, 4, 5].

С целью определения степени влияния расположенного в русле реки одиночного обводненного карьера на гидрологический и русловый режимы проводится комплекс исследований и расчетов, результаты которых проверяются на выполнение требований действующих нормативных документов.

Для достижения поставленной цели был выбран карьер, расположенный в русле реки Белой в Уфимском муниципальном районе Республики Башкортостан Приволжского федерального округа. Его местоположение показано на рис. 1. Запланированный объем выемки – 508,9 тыс. м³, мощность полезной толщи 9,9 м.



Рис. 1. Схема расположения карьера

На рассматриваемом участке реки Белой русло довольно извилистое, встречаются крутые изгибы, песчаные отмели, косы, острова, перекаты. Ширина русла в районе карьера при условном проектном уровне колеблется в пределах 180–265 м. По типу руслового процесса рассматриваемый участок реки Белой отнесен к свободному меандрированию, что наглядно иллюстрировано на рис. 1. Водный режим характерен для равнинных рек восточно-европейского типа с одновершинным весенним половодьем и довольно устойчивым ходом уровней в летний и зимние периоды.

В соответствии с положениями методики гидрографического районирования территории Российской Федерации, утвержденной Приказом МПР РФ от 25.04.2007 № 112 [6], река Белая в створе карьера относится к категории больших



рек, т. к. площадь бассейна более 50 тыс. км².

Сведения о гидрологическом режиме реки (о расходах, уровнях, ледоставе) были взяты по водомерному (в/п) и гидрологическому (г/п) постам «Охлебинино» и «Уфа», между которыми располагается карьер. Проектный уровень (ПУ) воды в районе карьера составил 83,01 м БС и определен интерполяцией.

Отправной точкой для оценки влияния одиночных обводненных карьеров на русловой и гидрологический режимы реки, является оценка многолетних деформаций речного русла (изменение конфигурации береговой линии, переформирования рельефа русла реки и т. д.), которые происходят под действием речного потока, изменения скорости и направления его движения. Для оценки многолетних деформаций речного русла было выполнено сопоставление различного картографического материала и произведен расчет твердого стока аналитическим путем.

Сопоставлением материалов карт, русловых изыскательских съемок различных годов и ГИС была проведена оценка многолетних деформаций и переформирований русла, которая показала, что за этот период существенных изменений русла и глубин реки в районе карьера не произошло. Выше по течению русловые переформирования выражаются размывом правого берега на ширину 55 м и левого берега – на 10–95 м. Участок выше и в месте планируемых работ относительно устойчив. Наблюдается размыв левого берега на 30–65 м и намыв правого берега на 25–65 м на протяжении 1270 м. Ниже по течению русловые деформации выражены попеременным размывом и намывом с преобладанием размыва в среднем на ширину 50 м по левой кромке, 90 м по правой.

Твердый сток оценивается по формуле Б. Ф. Сنيщенко и З. Д. Копалиани, рекомендуемой [1, 2]. Правомерность применения указанных формул подтверждается в данном случае грядовым рельефом русла реки Белой. По результатам расчетов получено, что расчетный средний годовой объем поступления донных наносов реки Белой на участке расположения карьера составил 0,25–2,78 тыс. м³. Полный суточный расход, определенный как произведение удельного расхода на ширину русла, составил 250,54 м³/сут в межень и достигает 2 777,7 м³/сут в половодье (экстремальное значение).

В дальнейшем для оценки влияния карьера на русловой и гидрологический режимы реки были выполнены следующие расчеты: расчет смещения верхней кромки карьера, расчет посадки уровня воды, выполнено численное моделирование речного потока в трехмерной постановке. При выполнении данных расчетов были учтены требования нормативных документов: при большой длине карьера на излучине свободного меандрирования отработку необходимо предусматривать с оставлением природоохранных целиков.

Расчет смещения верхней кромки, выполненный в соответствии с [1], показал, что скорость смещения верхней кромки карьера при его разработке составит 45,6 м/год. На полное заиление карьера потребуется 19,4 года (при его единовременной выемке).

Методика гидравлических расчетов посадки уровня воды, изложенная в [1, 7], несет в себе следующие предпосылки и математические зависимости: движение потока воды в реке считается установившимся; русло реки относительно долговременный период считается стабильным и не деформируется; движение потока воды в русле реки описывается системой дифференциальных уравнений движения.

Результаты гидравлических расчетов посадки уровня воды показали, что посадка уровня составит 11,5 см при единовременной (в пределах одной навигации) разработке участка ПГС на полную глубину (9,9 м) с оставлением природоохран-

ных целиков, что превышает общепринятый критериальный показатель 10 см [9], принимаемый для оценки допустимости разработки карьеров на реках согласно рекомендациям ГУ ГГИ и Санкт-Петербургского ГУВК. Исходя из этого, разработка карьера по такому варианту недопустима, так как влечет за собой негативное влияние на гидрологические условия участка. Приняв за значение посадки уровня воды критическое значение 10 см, вычислен критический объем выемки полезного ископаемого из русла, который составляет $\sim 442,52$ тыс. м³. С целью отработки всего запланированного объема карьера расчет критической выемки (с точки зрения посадки уровня) был скорректирован с учетом его заносимости. По результатам расчета минимальное время разработки карьера составило 3 года, а максимально допустимый объем навигационного блока $\sim 169,63$ тыс. м³. Так, при выемке в пределах 3 лет (3 навигаций) запланированного объема (508,9 тыс. м³) с оставлением природоохранных целиков посадка уровня составит 5,3 см.

Для выявления особенностей структуры потока на изгибе русла реки было применено численное моделирование в трехмерной постановке. Методы численного моделирования охватывают большие размеры систем уравнений гидравлики и, как следствие, наиболее полно отражают особенности структуры потока.

Решение задачи моделирования речного потока предлагается с использованием математической модели, основанной на решении полной трехмерной системы уравнений Навье-Стокса. Система уравнений дополняется уравнением неразрывности потока. Для описания турбулентных явлений в речном потоке используется зарекомендовавшая себя высокорейнольдсовая $k-\epsilon$ модель турбулентности. Эффективная вязкость в системе уравнений Навье-Стокса определяется согласно данной модели турбулентности. Система уравнений Навье-Стокса решается методом контрольных объемов, согласно которому вся расчетная область разбивается на простые трехмерные геометрические объекты. Расчетная область участка реки формировалась в виде твердотельной CAD-модели на основе гидрографических съемок.

В качестве граничных условий используются четыре условия: входная область потока; выходная область потока; дно реки – условие непротекания; свободная поверхность воды – условие симметрии.

Задача численного моделирования решалась для участка русла реки Белой в районе потенциального карьера между двумя живыми сечениями, перпендикулярными к динамической оси потока, в границах которого можно достоверно судить о характере распределения скоростей.

Расчеты были проведены для двух вариантов: до работ по разработке карьера (рис. 2а) и после разработки карьера (рис. 2б).

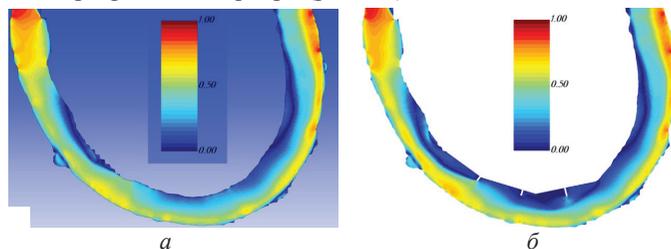


Рис. 2. Распределение скоростей течений речного потока: а – в естественном состоянии русла до разработки карьера; б – после разработки карьера

Анализируя результаты численного моделирования, можно сделать вывод, что при размещении карьера у правой кромки русла и при соблюдении технологии отработки (оставление природоохранных целиков) значительных изменений в гидрологическом режиме участка реки по сравнению с существующим режимом не будет.

Допустимые воздействия при разработке карьеров по добыче НСМ описаны в СТО 52.08.31–2012 [1] и для больших равнинных рек со свободным меандрированием следующие:

- карьеры должны эксплуатироваться в затопленном режиме при любой его длине. Эксплуатация карьеров в незатопленном режиме не допускается.
- карьеры рекомендуется размещать на низовых частях пляжей на излучинах свободного, незавершенного и ограниченного меандрирования (рис. 3).

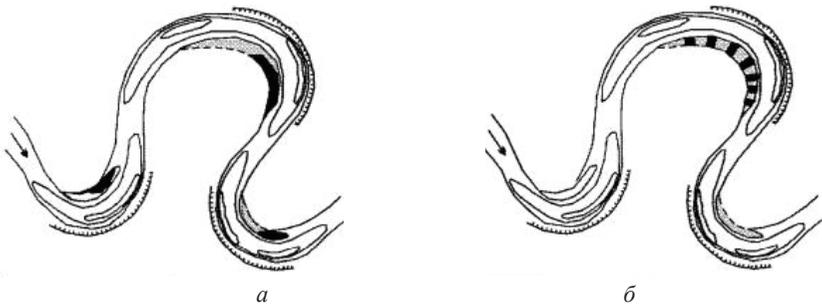


Рис. 3. Рекомендуемые места размещения русловых карьеров при свободном меандрировании: *а* – на низовой части излучины свободного меандрирования; *б* – в виде поперечных разрезов, не нарушающих морфологию русла [1]

– ниже по течению карьера следующий карьер или объект инженерной инфраструктуры должен быть удален на величину зоны размыва.

– габариты карьера не должны превышать: по ширине не более 0,25–0,3 ширины русла в половодье или паводок $B_k \leq (0,25–0,30) B_{п}$, по длине не более ширины русла в половодье или паводок ($L_k \leq B_{п}$).

– время заполнения карьера наносами (восстановления естественного гидравлического и руслового режимов) не должно превышать 20 лет ($T_k \leq 20$).

– объем карьера не должен превышать объема твердого стока за 20 лет ($W_k / W_T \leq 20$).

Предполагаемый карьер располагается на внутренней части излучины, которая подвергается намыву. Принятая разработка карьера блоками с оставлением природоохранных целиков соответствует схеме (рис. 3б). Такое местоположение карьера замедлит темпы искривления русла, что благоприятно скажется в т. ч. на судоходных условиях. Это подтверждается моделированием (рис. 2): целики не позволяют стрежню потока переместиться к правому берегу в область карьера. Карьер функционирует в затопленном режиме (условие затопленного режима выполняется). Вниз по течению других карьеров и объектов инженерной инфраструктуры нет. Габариты и объемы карьера, время заполнения его наносами соответствуют нормам. Ширина карьера 66,6 м, что соответствует максимальному значению при средней ширине реки (222 м) в районе расположения участка ПГС. Длина соответствует средней ширине русла реки. Время полного заиления карьера и восстановления естественного гидравлического и руслового режимов реки со-



ставит 19,4 года. Отношение предельного значения объема карьера (W_K) в сравнении с годовым стоком донных наносов (W_T) составило 15,6.

Проведенные расчеты и их анализ позволяют сделать вывод о допустимости влияния рассматриваемого карьера согласно требованиям СТО 52.08.31–2012 [1].

Рекомендации

С целью уменьшения посадки уровня с 11,5 до 5,3 см необходимо предусмотреть отработку карьера навигационными блоками на полную мощность с оставлением природоохранных целиков объемом, не превышающим 169,63 тыс. м³. Срок отработки карьера должен быть не менее 3 лет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО 52.08.31–2012. Добыча нерудных строительных материалов в водных объектах. Учет руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров. – Санкт-Петербург : Глобус, 2012. – 140 с. – ISBN 978-5-4391-0023-7. – Текст : непосредственный.
2. Рекомендации по прогнозу деформаций речных русел на участках размещения карьеров и в нижних бьефах гидроузлов / Государственный гидрологический институт, Институт гидрологии и метеорологии [и др.]. – Ленинград : Гидрометеоздат, 1988. – 127 с. – Текст : непосредственный.
3. Ситнов, А. Н. Прогноз русловых деформаций и особенности разработки пойменных карьеров нерудных строительных материалов в меандрирующих руслах рек с учетом безопасности условий судоходства (на примере р. Белая) / А. Н. Ситнов, М. В. Шестова, Ю. Е. Воронина. – Текст : электронный // Научные проблемы водного транспорта. – Нижний Новгород, 2020. – Выпуск 65. – С. 179–188. – DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi65.138>.
4. Агеева, В. В. Мероприятия по снижению негативного воздействия на гидрологические и судоходные условия реки при разработке руслового карьера выправительными сооружениями / В. В. Агеева, Е. А. Люкина, М. А. Матюгин. – Текст : электронный // Научные проблемы водного транспорта. – Нижний Новгород, 2022. – Выпуск 71. – С. 199–212. – DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi71.257>.
5. Беркович, К. М. Исследование воздействия руслового карьера (ПК) нерудных строительных материалов (НСМ) на режим переката на верхней Оке / К. М. Беркович, Л. В. Злотина, А. К. Ильясов, Л. А. Турыкин. – Текст : непосредственный // Речной транспорт (XXI век). – Москва, 2016. – № 4. – С. 42–47. – ISSN 1729–4258.
6. Российская Федерация. Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Об утверждении методики гидрографического районирования территории Российской Федерации : приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 25.04.2007 г. № 112 : [зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 23 мая 2007 года № 9538]. – URL: <https://base.garant.ru/12153715/?ysclid=ldttr5kc2p342158036>. – Текст : электронный.
7. Методика расчета понижения уровней воды при добыче нерудных строительных материалов / Министерство речного флота РСФСР, Главное управление портов [и др.]. – Москва : Транспорт, 1984. – 21 с. – Текст : непосредственный.
8. Чалов, Р. С. Русловые процессы (русловедение) : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 05.03.04, 05.04.04 "Гидрометеорология" и 05.03.02, 05.04.02 "География" / Р. С. Чалов. – Москва : ИНФА-М, 2016. – 565 с. – ISBN 978-5-16-011036-3. – Текст : непосредственный.
9. Гладков, Г. Л. Оценка воздействия на окружающую среду инженерных мероприятий на судоходных реках / Г. Л. Гладков, М. В. Журавлев, Ю. П. Соколов. – Санкт-Петербург : Изд-во А. Карданова, 2005. – 241 с. – ISBN 5-98175-008-1. – Текст : непосредственный.



AGEEVA¹ Vera Valerevna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulics; KOZHANOV¹ Dmitry Aleksandrovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; LYUKINA¹ Ekaterina Andreevna, student; RESHETNIKOV² Maksim Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of waterways and hydraulic structures

CONSIDERATION OF CHANNEL PROCESSES DURING PLACEMENT OF A WATERED SOLITARY QUARRY

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-91; +7 (910) 795-34-66;
e-mail: luykinakaty@yandex.ru

²Volga State University of Water Transport
5, Nesterov St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 218-44-13

Key words: riverbed quarry, man-induced disturbance of fluvial processes, river hydrological regime, solid runoff, level planting, modeling a river stream.

The article gives a detailed assessment of the quarry development impact on the hydrological conditions of the river and a comparison of this effect with the recommendations and requirements of the current regulatory documents.

REFERENCES

1. STO 52.08.31–2012. Dobycha nerudnykh stroitelnykh materialov v vodnykh obektakh. Uchyot ruslovogo protsessa i rekomendatsii po proektirovaniyu i ekspluatatsii ruslovykh karerov [Extraction of non-metallic building materials in water bodies. Consideration of the channel process and recommendations for the design and operation of channel quarries]. – Saint-Petersburg : Globus, 2012. – 140 p. – ISBN 978-5-4391-0023-7.
2. Rekomendatsii po prognozu deformatsiy rechnykh rusel na uchastkakh razmesheniya karerov i v nizhnikh befakh gidrouzlov [Recommendations for the prediction of deformations of riverbeds at quarry sites and in the lower reaches of waterworks]. Gos. gidrolog. in-t, In-t gidrologii i meteorologii [i dr.]. – Leningrad : Gidrometeoizdat, 1988. – 127 p.
3. Sitnov A. N., Shestova M. V., Voronina Yu. E. Prognoz ruslovykh deformatsiy i osobennosti razrabotki poymennykh karerov nerudnykh stroitelnykh materialov v meandriuyuskhikh ruslakh rek s uchyotom bezopasnosti usloviy sudokhodstva (na primere r. Belaya) [Channel deformations forecast and features of floodplain quarries of non-metallic construction materials development in meandering riverbeds based on safe navigation conditions (by the example of the Belaya river)] / Nauchnye problemy vodnogo transporta [Russian Journal of Water Transport]. – Nizhny Novgorod, 2020. Issue 65. – P. 179–188. URL: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi65.138> (data obrasheniya: 29.10.2022).
4. Ageeva V. V., Lyukina E. A., Matyugin M. A. Meropriyatiya po snizheniyu negativnogo vozdeystviya na gidrologicheskie i sudokhodnye usloviya reki pri razrabotke ruslovogo karera vypravitelnymi sooruzheniyami [Measures to reduce the negative impact on the hydrological and navigational conditions of the river during the development of a channel quarry by correctional facilities] / Nauchnye problemy vodnogo transporta [Russian Journal of Water Transport]. – Nizhny Novgorod, 2022. Issue 71. – P. 199–212. URL: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi71.257> (data obrasheniya: 01.11.2022).
5. Berkovich K. M., Zlotina L. V., Ilyasov A. K., Turykin L. A. Issledovanie vozdeystviya ruslovogo karera (RK) nerudnykh stroitelnykh materialov (NSM) na rezhim perekata na verkhney Oke [The research of the influence of non-metallic building materials run-of-river quarry on the Oka river rolling mode] / Rechnoy transport (XXI vek) [River transport (XXI century)]. Moscow,



2016. – № 4. – P. 42–47. – ISSN 1729–4258.

6. Rossiyskaya Federatsiya. Min-vo prirodnikh resursov RF. Ob utverzhdenii metodiki gidrograficheskogo rayonirovaniya territorii Rossiyskoy Federatsii. Prikaz Min-va prirodnikh resursov RF ot 25.04.2007. № 112 : zaregistr. v Min-ve yustitsii RF 23 maya 2007 goda № 9538]. – URL: <https://base.garant.ru/12153715/?ysclid=ldttr5kc2p342158036>.

7. Metodika raschyota ponizheniya urovney vody pri dobyche nerudnykh stroitelnykh materialov [Methodology for calculating the lowering of water levels during extraction of non-metallic building materials] // M-vo rech. flota RSFSR, Gl. upr. portov; [i dr.]. – Moscow : Transport, 1984. – 21 p.

8. Chalov R. S. Ruslovye protsessy (ruslovedenie) [Riverbed processes (river morphology)]: ucheb. dlya studentov vysshikh uch. zavedeniy, obuch. po spetsial. 05.03.04, 05.04.04 "Gidrometeorologiya" i 05.03.02, 05.04.02 "Geografiya". – Moscow : INFRA-M, 2016. – 565 p. – ISBN 978-5-16-011036-3.

9. Gladkov G. L., Zhuravlyov M. V., Sokolov Yu. P. Otsenka vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu inzhenernykh meropriyatii na sudokhodnykh rekakh [Environmental impact assessment of engineering measures on navigable rivers]. – Saint-Petersburg : Izd-vo A. Kardanova, 2005. – 241 p. – ISBN 5-98175-008-1.

© В. В. Агеева, Д. А. Кожанов, Е. А. Люкина, М. А. Решетников, 2023

Получено: 28.12.2022 г.

УДК625.7/8:621.744

И. Н. РОХМИСТРОВ, магистрант кафедры гидротехнических и транспортных сооружений; **В. И. КОСТИН**, канд. техн. наук, доц. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

АКТУАЛИЗАЦИЯ УКРУПНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТНЫХ НОРМ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СПИРАЛЬНОВИТЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБ (СВМГТ) В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-42-89;
эл. почта: gs@nngasu.ru

Ключевые слова: спиральновитые металлические гофрированные трубы, укрупненные элементные нормы, продолжительность строительства.

Приведены методика обоснования и результаты расчета значений укрупненных элементных норм продолжительности устройства СВМГТ для условий дорожного строительства, полученные на основе натурального численного эксперимента.

Актуальность темы

В настоящее время применение спиральновитых металлических гофрированных труб является одним из наиболее распространенных и перспективных направлений решения вопросов поверхностного водоотвода при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог (см. рис. 1 цв. вклейки). СВМГТ отличаются своей технологичностью по скорости и удобству монтажа, долговечностью, нетребовательны к грунтово-гидрологическим и климатическим



условиям, имеют относительно низкую стоимость строительно-монтажных работ.

Вопрос определения продолжительности устройства таких труб, например, в части календарного планирования на стадии разработки ПОС или ППР, может решаться в двух вариантах – путем детального расчета (калькулирования) затрат по каждому сооружению либо с применением укрупненных элементных норм (показателей). При наличии большого количества труб на объекте определение сроков их строительства посредством детального расчета является весьма трудоемким процессом. В подобной ситуации в связи с меньшим объемом вычислений использование метода укрупненных показателей представляется более предпочтительным. Однако вследствие расширения номенклатуры изделий, изменения нормативной базы, совершенствования технологии и прочих факторов известные нормативы [1] морально устарели и ограничены в применении при расчетах. Тем более, что в указанном сборнике приведены данные только по МГТ сборного типа. Информация по нормированию продолжительности строительства СВМГТ в литературе вообще отсутствует. Таким образом, актуализация укрупненных норм продолжительности строительства СВМГТ для решения связанных с ними практических задач в современных условиях приобретает особую значимость.

Постановка задачи

В общем виде формализация укрупненных элементных норм продолжительности строительства круглых СВМГТ может быть выражена следующей зависимостью:

$$T_{mp} = M_{mp} K_{oms}^m L_{mp} + M_o K_{oms}^o + M_{укр} K_{oms}^y, \quad (1)$$

где T_{mp} – общая продолжительность строительства СВМГТ, бригадо-смена; M_{mp} , M_o , $M_{укр}$ – трудоемкость устройства 1 пог. м тела трубы, оголовков и производства укрепительных работ соответственно, бригадо-смена; K_{oms}^m , K_{oms}^o , K_{oms}^y – коэффициенты относительного увеличения объемов работ в зависимости от количества отверстий трубы; L_{mp} – длина трубы, м.

Следовательно, нормирование укрупненных затрат продолжительности строительства СВМГТ сводится к обоснованию численных значений элементных норм трудоемкости (норм времени) по устройству тела трубы, оголовков и производству укрепительных работ с учетом переменных параметров объекта, таких как диаметр и количество отверстий, длина трубы.

Методика исследования

Решение поставленной задачи основано на статистическом анализе проектной документации (разделы ТКР и ПОС) с расчетом потребности в материально-технических ресурсах по 52 объектам – круглым СВМГТ различной «конфигурации» с размерами (диаметром) и количеством отверстий (очков), изменяющимися в интервале от 1,0 до 2,0 м и от 1 до 3 соответственно, а также длиной от 18 до 50 м, взятым из материалов реальных ранее разработанных проектов, а именно:

– «Проект автомобильной дороги М-8 «Холмогоры» Москва – Ярославль – Вологда – Архангельск, подъезд к г. Костроме на участке км 0 + 000 – км 10 + 000 в Ярославской области» (разработчик ООО ПИ «Волгаавтодорпроект», г. Нижний Новгород);

– «Проект строительства автомобильной дороги Южный обход, г. Арзамас в Нижегородской области» (разработчик АО «Институт «Стройпроект», г. Великий Новгород);

– «Проект реконструкции участка автомобильной дороги (22 ОП РЗ 22К-0125) Рязск – Касимов – Муром – Нижний Новгород от северного подхода к



г. Богородску до с. Доскино в Богородском районе Нижегородской области» (разработчик ООО «Институт «Спецстройпроект», г. Санкт-Петербург).

Таким образом, с позиций математической статистики в рамках настоящего исследования был реализован натуральный численный эксперимент с большой случайной выборкой, репрезентативность которой подтверждается ее объемом из 52 наблюдений, с основным признаком – «конфигурация» круглых СВМГТ.

При подготовке исходных данных для эксперимента по каждому типоразмеру сооружений выполнено проектирование технологической последовательности производства работ по устройству СВМГТ, расчет калькуляции трудозатрат с использованием ГЭСН сб. 01, ГЭСН сб. 23, ГЭСН сб. 06, ГЭСН сб. 30; составлены календарные графики в форме диаграмм Ганта.

В ходе последующей статистической обработки по графикам определена общая продолжительность устройства трубы T_{mp} и выполнена группировка трудозатрат по стадиям строительства СВМГТ, в частности: устройство тела трубы M_{mp} и оголовков M_o , производство укрепительных работ $M_{укр}$ с дифференциацией на матрасно-тюфячные, габионные и бетонные конструкции.

В качестве основных на разных этапах строительства учтены следующие типовые процессы (работы):

- 1) производство механизированных земляных работ;
- 2) ручная зачистка траншей и котлованов;
- 3) механизированное уплотнение грунта;
- 4) устройство песчано-гравийной подготовки;
- 5) устройство перемычки (фильтрационного экрана) под оголовки трубы из цементно-грунтовой смеси (сборных железобетонных блоков);
- 6) устройство нулевого слоя под тело трубы из гравийно-песчаной смеси;
- 7) укладка металлических гофрированных цельновитых водопропускных труб;
- 8) обратная засыпка траншей и котлованов;
- 9) механизированное уплотнение грунта;
- 10) укрепительные работы.

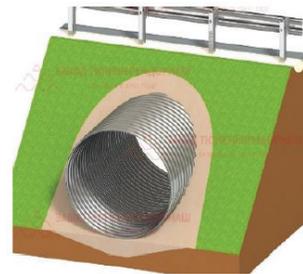
Пример диаграммы Ганта по устройству СВМГТ диаметром 1,2 м представлен на рис. 2 цв. вклейки.

Результаты расчетов по представленной выше методике сведены в «Матрицу ...» (табл. 1), из которой была произведена выборка исходных данных и сформированы статистические ряды вида $M_{mp}, (M_o, M_{укр}) = f(d_{mp})$ с вычислением среднеарифметических значений трудоемкости в пределах количества однотипных по конструкции труб. Далее статистические ряды аппроксимированы соответствующими уравнениями регрессии (см. табл. 2) со значениями коэффициентов детерминации, меняющимися в интервале $R^2 = 0,93-0,95$, что свидетельствует о наличии устойчивой связи между трудоемкостью работ и размерами отверстия трубы.

**К СТАТЬЕ И. Н. РОХМИСТРОВА, В. И. КОСТИНА
«АКТУАЛИЗАЦИЯ УКРУПНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТНЫХ НОРМ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА
СПИРАЛЬНОВИТЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБ
(СВМГТ) В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ»**



а



б



в



г

Рис. 1. Примеры конструктивных решений и применения водопропускных труб СВМГТ в дорожном строительстве: *а* – одноочковая труба с укреплением габионами; *б* – фрагмент конструкции трубы СВМГТ; *в* – двухочковая труба с укреплением матрацами Рено; *г* – трехочковая труба с укреплением монолитным бетоном

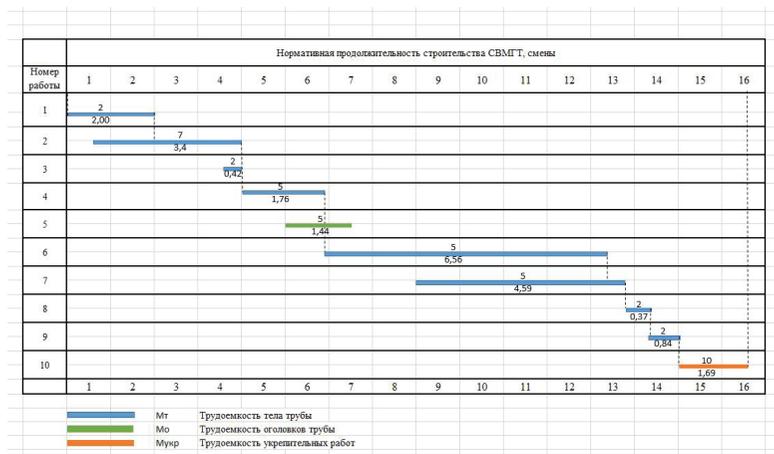


Рис. 2. Диаграмма Ганта на устройство трубы СВМГТ диаметром 1,2 м

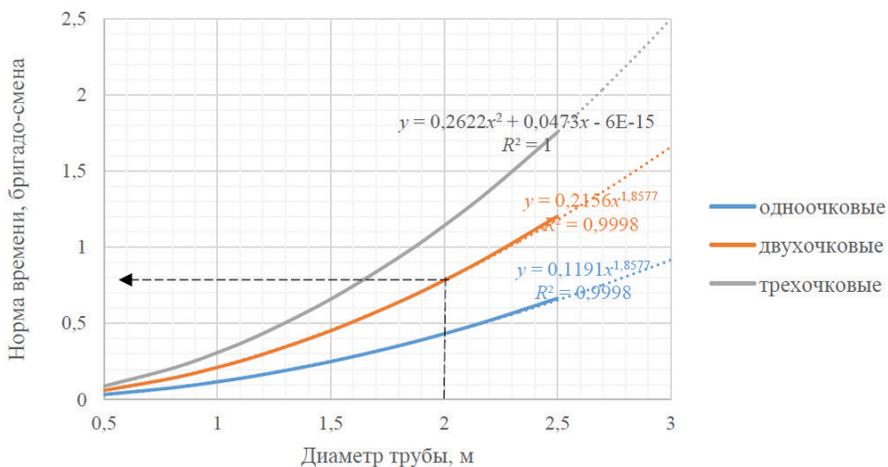


Рис. 3. Норма времени на устройство 1 пог. м трубы СВМГТ

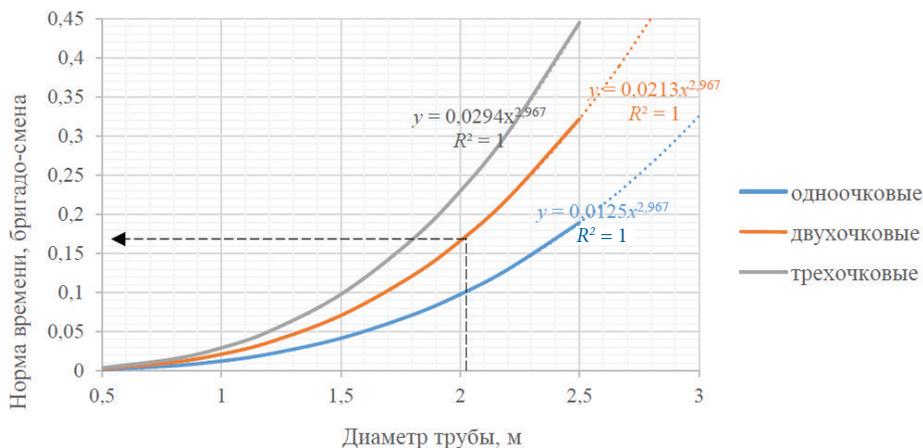


Рис. 4. Норма времени на устройство оголовков СВМГТ

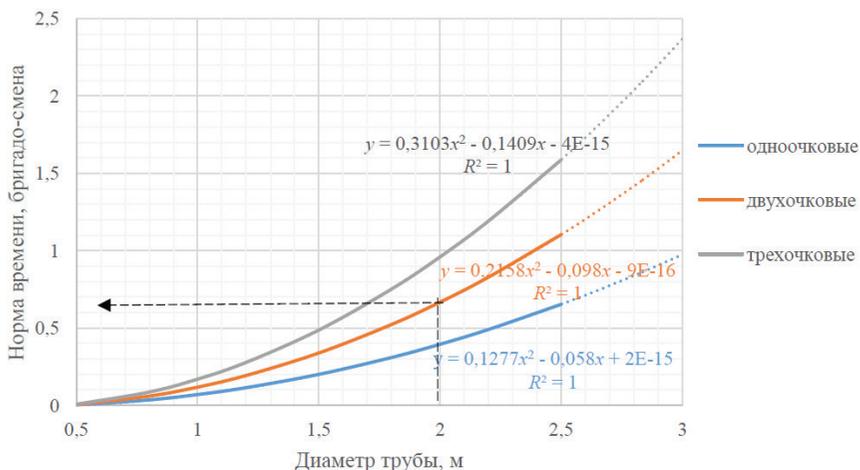


Рис. 5. Норма времени на устройство укреплений СВМГТ из матрасов Рено



Таблица 1

Матрица исходных данных

Номер	Характеристика отверстия, $d_{тр}$, м	Длина трубы, $L_{тр}$, м	Общая трудоемкость, $T_{общ}$, бригадо-смена	Трудоемкость выполняемых работ по элементам трубы, бригадо-смена										
				Тело трубы, $M_{тр}$		Оголовки, M_o		Укрепительные работы, $M_{укр}$						
								Габбионы		Матрацы Рено		Монолитный бетон		
				факт.	сред.	факт.	сред.	факт.	сред.	факт.	сред.	факт.	сред.	
1	1,0	18,8	5,19	0,12	0,14	0,02	0,15	0,06	0,06	0,2	0,1	0,017		
2	1,0	29,2	8,06	0,13		0,15								
3	1,0	16,8	4,63	0,10		0,15				0,06				
4	1,0	29	8,01	0,14		0,14				0,06				
5	1,0	25,5	7,04	0,12		0,13				0,06				
6	1,0	29,2	8,06	0,14		0,15				0,02				
7	1,0	27,2	7,51	0,12		0,17				0,02				
8	1,0	15,7	4,33	0,11		0,15				0,02				
9	1,0	14,7	4,06	0,10		0,15				0,02				
10	1,0	19,16	3,44	0,16		0,17				0,06			0,02	0,014
...
16	1,0	15,25	2,73	0,18		0,15				0,014				
...
24	1,0	15,25	2,73	0,17		0,18				0,014				
25	1,0	25	4,49	0,14		0,20				0,014				
26	1,0	25	4,49	0,15		0,20				0,014				
27	1,2	32	15,3	0,19	0,18	0,02	0,02	0,029	0,02					
...					
30	1,2	28	1,46	0,17		0,02			0,03					
31	1,2	23,3	1,42	0,16		0,02			0,03					
...								
34	1,5	30,5	20,4	0,31	0,2	0,05	0,03	0,029	0,16	0,2				
35	1,5	18	10,26	0,16		0,03				0,09				
36	1,5	18	10,26	0,16		0,05				0,02				
...				
40	1,5	25,2	10,69	0,16		0,04				0,28				
41	1,5	23,8	10,09	0,16		0,03				0,25	0,09			
42	1,5	49,8	17,6	0,16		0,03				0,18				
43	1,5	31,2	11,02	0,14		0,03				0,26				
44	1,5	19	6,71	0,16		0,05				0,28				
45	1,5	19	6,71	0,14		0,04				0,25				
46	1,5	18,2	6,43	0,15	0,04	0,18								
47	2×1,5	35	11,1	0,22	0,22	0,06	0,06	0,25	0,25	0,21	0,21			
48	2,0	28,9	13,1	0,20	0,2	0,10	0,12	0,26	0,26	0,41				
49	2,0	29,4	13,33	0,21		0,12				0,41				
50	2,0	29,7	13,47	0,19		0,11				0,26				
51	2×2,0	47,8	42,6	0,46	0,45	0,12	0,12	0,26	0,26	0,41	0,41			
52	3×2,0	41	35	0,46	0,46	0,07	0,07	0,31	0,31	0,76	0,76			



Таблица 2

Расчетные данные математических моделей

Элемент трубы	Вид уравнения регрессии	Коэффициент детерминации	Обозначения	
			Y	X
Тело трубы (1 пог. м)	$y = 0,0993x^2 + 0,0179x$	$R^2 = 0,9396$	M_{mp}	d_{mp}
Оголовки	$y = 0,0125x^{2,967}$	$R^2 = 0,9263$	M_o	
Габионы	$y = 0,0543x^2 + 0,0266x$	$R^2 = 0,9357$	$M_{укр}$	
Матрацы Рено	$y = 0,1277x^2 - 0,058x$	$R^2 = 0,9487$	$M_{укр}$	
Монолитный бетон	$y = 0,0031x^2 + 0,015x$	$R^2 = 0,9478$	$M_{укр}$	

Таблица 3

Ведомость относительного увеличения объемов работ для труб различной «конфигурации» (на примере 1 пог. м средней части трубы)

Отверстие трубы, м	Отсыпка гравийно-песчаной подушки, м ³	Рытье котлована, м ³	Оборачивание трубы геотекстилем, м ²	Устройство обмазочной изоляции, м ²	Засыпка трубы, м ³	Устройство защитного лотка из асфальтобетона, м ³
0,5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
2×0,5	1,75	1,75	2,00	2,06	1,30	-
3×0,5	2,50	2,50	3,00	3,06	1,57	-
0,8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
2×0,8	1,78	1,78	1,97	1,96	1,26	-
3×0,8	2,67	2,67	2,97	2,96	1,67	-
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2×1,0	1,80	1,80	2,00	2,00	1,26	2,00
3×1,0	2,60	2,60	3,02	2,97	1,51	3,00
1,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2×1,2	1,90	1,90	1,98	2,00	1,25	2,00
3×1,2	2,80	2,80	2,98	2,98	1,50	3,00
1,5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2×1,5	1,83	1,83	2,00	2,00	1,25	2,00
3×1,5	2,67	2,67	3,00	3,02	1,49	3,00
1,8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2×1,8	1,85	1,85	2,01	1,98	1,24	2,00
3×1,8	2,77	2,77	3,01	2,98	1,48	3,00
2,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2×2,0	1,86	1,86	1,99	1,99	1,24	2,00
3×2,0	2,71	2,71	2,99	2,99	1,47	3,00
2,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2×2,2	1,88	1,88	2,00	1,99	1,23	2,00
3×2,2	2,88	2,88	3,00	2,99	1,46	3,00
2,5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2×2,5	1,90	1,90	2,01	2,00	1,23	2,00
3×2,5	2,80	2,80	3,01	3,00	1,46	3,00



Полученные таким образом зависимости справедливы лишь для одноочковых водопропускных труб СВМГТ, поскольку охватывают лишь часть генеральной совокупности возможных исходных данных. Переход к трудоемкости многоочковых труб выполнен посредством статистической обработки материалов типового проекта [2]. В частности, с помощью несложных математических преобразований численные значения объемов работ в физическом выражении были представлены безразмерными величинами в виде коэффициентов $K_{отв}^m$, $K_{отв}^o$, $K_{отв}^y$ относительно-го увеличения объемов в зависимости от количества отверстий. Их промежуточные значения на примере устройства средней части трубы показаны в ведомости табл. 3. Расчетные усредненные величины коэффициентов для двух- и трехочковых труб приведены в табл. 4.

Последующее использование этих коэффициентов в формуле (1) основано на очевидности предположения о наличии прямой связи между объемами и трудоемкостью работ на их выполнение, что в итоге позволило трансформировать значения M_m , M_o , $M_{укр}$ для одноочковых труб на двух- и трехочковые. После численной реализации математических моделей табл. 2 совместно со значениями коэффициентов табл. 4 рассчитаны значения укрупненных норм времени на устройство элементов СВМГТ с учетом «конфигурации» сооружения (см. табл. 5). Графическая интерпретация результатов исследования приведена на рис. 3–5 цв. вклейки.

Таблица 4

Укрупненные значения поправочных коэффициентов

$K_{отв}^m$, $K_{отв}^o$, $K_{отв}^y$ для двух- и трехочковых труб

Условные обозначения коэффициентов	Количество отверстий в трубе		
	одноочковые	двухочковые	трехочковые
K^m	1,00	1,81	2,64
K^o	1,00	1,70	2,35
$K^{укр}$	1,00	1,69	2,43

Результаты исследования

Основными результатами исследований являются актуализированные данные по укрупненным элементным нормам продолжительности строительства СВМГТ на автомобильных дорогах в табличной форме (табл. 5) и в виде номограмм (рис. 3–5 цв. вклейки), позволяющие при известной «конфигурации» трубы оперативно рассчитать искомую величину $T_{тр}$ с применением упрощенной формулы (2):

$$T_{тр} = M_{тр} \cdot L_{тр} + M_o + M_{укр} \quad (2)$$

где $T_{тр}$ – общая нормативная продолжительность строительства круглой водопропускной трубы с применением СВМГТ, бригадо-смена; $M_{тр}$, M_o , $M_{укр}$ – норма времени на устройство 1 пог. м тела, оголовков трубы и производства укрепительных работ соответственно (принимать по табл. 5); $L_{тр}$ – длина трубы (принимать по проекту);

То же самое можно сделать, руководствуясь «ключом», с использованием номограмм на рис. 3–5 цв. вклейки.



Таблица 5

Укрупненные нормы времени на устройство элементов СВМГТ

Отверстие трубы, м	Норма времени, бригадо-смена				
	на устрой- ство на 1 пог. м трубы, $M_{тр}$	на устрой- ство ого- ловков, M_o	на укрепительные работы, $M_{укр}$		
			Габионы	Монолитный бетон	Матрацы Рено
1	2	3	4	5	6
0,5	0,03	0,002	0,03	0,003	0,01
2×0,5	0,06	0,003	0,05	0,005	0,01
3×0,5	0,09	0,004	0,07	0,01	0,02
0,8	0,08	0,006	0,06	0,035	0,01
2×0,8	0,14	0,011	0,09	0,06	0,02
3×0,8	0,21	0,015	0,14	0,09	0,03
1	0,12	0,013	0,08	0,070	0,02
2×1,0	0,21	0,021	0,14	0,12	0,03
3×1,0	0,31	0,029	0,20	0,17	0,04
1,2	0,16	0,021	0,11	0,114	0,02
2×1,20	0,30	0,036	0,19	0,19	0,04
3×1,20	0,43	0,050	0,27	0,28	0,05
1,5	0,25	0,042	0,16	0,200	0,03
2×1,5	0,45	0,071	0,27	0,34	0,05
3×1,5	0,66	0,098	0,39	0,49	0,07
1,8	0,35	0,071	0,22	0,309	0,04
2×1,8	0,64	0,122	0,38	0,52	0,06
3×1,8	0,93	0,168	0,54	0,75	0,09
2	0,43	0,098	0,27	0,395	0,04
2×2,00	0,78	0,166	0,46	0,67	0,07
3×2,00	1,14	0,230	0,66	0,96	0,10
2,2	0,52	0,130	0,32	0,490	0,05
2×2,2	0,94	0,220	0,54	0,83	0,08
3×2,2	1,37	0,305	0,78	1,19	0,12
2,5	0,67	0,189	0,41	0,653	0,06
2×2,5	1,20	0,322	0,69	1,10	0,10
3×2,5	1,76	0,445	0,99	1,59	0,14

Заключение

Результаты проведенных исследований представляют определенный практический интерес для специалистов, занимающихся проектированием и строительством автомобильных дорог в части применения СВМГТ, а также для студентов, магистрантов и слушателей системы повышения квалификации, обучающихся по профилю «Автомобильные дороги».



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Расчетные показатели для составления проектов организации строительства Часть X. Раздел 12 / Центральный научно-исследовательский институт комплексного проектирования жилых и общественных зданий Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1978. – 378 с.
2. ТП 3.501.3-187.10. Трубы водопропускные круглые отв. 0.5-2.5 м спиральновитые из гофрированного металла с гофром 68×13 и 125×26 : типовой проект. Выпуск 0. Материалы для проектирования / Трансмост. – Санкт-Петербург, 2010. – 92 с.
3. ОДМ 218.3.044-2015. Требования к технологическим картам на выполнение дорожных работ / Федеральное агентство автомобильного транспорта. – Москва : Росавтодор, 2015. – 27 с.

ROKHMISTROV Ilya Nikolaevich, undergraduate student of the chair of hydraulic engineering and transport structures; KOSTIN Valery Ivanovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulic engineering and transport structures

**UPDATING ENLARGED ELEMENTAL NORMS OF CONSTRUCTION
DURATION OF SPIRAL-SHAPED METAL CORRUGATED PIPES (SSMCP)
IN MODERN CONDITIONS**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-42-89;
e-mail: gs@nngasu.ru
Key words: spiral-shaped metal corrugated pipes, enlarged elemental norms, construction duration.

The article presents the methodology of substantiation and the results of calculating values of the enlarged elemental norms of the duration of construction of SSMCP for road construction conditions obtained on the basis of a full-scale numerical experiment.

REFERENCES

1. Raschyotnye pokazateli dlya sostavleniya projektov organizatsii stroitelstva [Calculated indicators for drawing up construction organization projects]. Chast X. Razdel 12 / Tsentral. nauchno-issledov. in-t kompleks. projektirov. zhilykh i obchest. Zdaniy Gosstroya SSSR. – Moscow: Stroyizdat, 1978. – 378 p.
2. TP 3.501.3-187.10. Truby vodopropuskiye kruglye отв. 0.5-2.5 m spiralnovitye iz gofirovannogo metalla s gofrom 68×13 i 125×26 [Round culvert pipes of 0.5-2.5 m dia spiral made of corrugated metal with 68×13 and 125×26 corrugation] : tipovoy projekt. Vypusk 0. Materialy dlya projektirovaniya / Transmost. – Saint-Petersburg, 2010. – 92 p.
3. ODM 218.3.044-2015. Trebovaniya k tekhnologicheskim kartam dlya doroznykh rabot [Requirements for technological maps for road works] / Federal agentstvo avtomobilnogo transporta. – Moscow: Rosavtodor, 2015. – 27 p.

© И. Н. Рохмистров, В. И. Костин, 2023

Получено: 28.12.2022 г.

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

УДК 711.4.01

А. А. ЯКОВЛЕВ, д-р архитектуры, проф. кафедры архитектурного проектирования; **А. В. ЗАХАРЧУК**, соискатель уч. степени канд. архитектуры кафедры архитектурного проектирования

ЭВОЛЮЦИЯ ИДЕИ ПРИРОДНОГО АНАЛОГА В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНЦЕПЦИЯХ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XXI ВВ.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-33;

эл. почта: oootma@inbox.ru; angelazaharchuk@gmail.com/zakharchuk@inbox.ru

Ключевые слова: градостроительные концепции, идея природного аналога, устойчивое развитие, теория современного города, комплексное планирование и проектирование.

Рассматривается развитие концептуальных решений, теорий и идей, реализующих идею природного аналога в градостроительном проектировании, определены теории-прототипы современных градостроительных концепций с учетом приоритетных направлений, выявлены экономические, социальные и экологические основания формирования концепций.

Введение

Определены градостроительные концепции, реализующие идею заимствования природных аналогий в мегаструктурах устойчивого развития (районов, городов, поселений), функционально основанные на принципах минимального воздействия на природное окружение, на идее защиты человечества от экологического кризиса в будущем, включая концепции устойчивого развития и экосистем, идеи экоурбанизма, идеи «нового города», системы планирования и расселения периода конца XIX – начала XXI вв. с целью выявления основных характеристик.

Концепции периода конца XIX – начала XX века (развитие концепций в периоде следует рассматривать в три основных этапа).

Первый этап (к. XIX – н. XX вв.) – движение идеи «нового урбанизма» обусловлено экологическими, экономическими и социальными изменениями в обществе.

Экологические предпосылки обусловлены идеями: 1) деурбанизации посредством ликвидации мегаполисов и введением нового типа малого экогорода – «города-сада» обособленной структуры с возможностью проживания и занятия деятельностью в природной среде; развитие таких поселений представляло собой основу градостроительного планирования (Дж. Джекобс, 1898); 2) идеей «города-сада» в роли качественной среды для проживания людей за счет формирования больших пространств зеленых насаждений (включая системную структуру: кольцевые бульвары, парки, «зеленые пояса» вокруг жилой и общественной застройки в противопоставление системы плотной застройки городов (в проекте Э. Говарда, конец XIX века); 3) идеей развития градостроительства и архитектуры Санкт-Петербурга на основе принципов формирования городской и пригородной зоны, урегулирования планировочной структуры, высоты и плотности застройки, развития благоустройства и озеленения (проект Петергофа, XVII – XVIII вв.) [1].

В XX веке идея 4) экологизации городской среды получила распространение



в проектах и концепциях городского планирования: города мечты «Лучезарный город» Л. Корбюзье, расположенного в природной среде со сложной многоуровневой дорожно-транспортной инфраструктурой, 1920; в проектах «линейных городов» И. Леонидова, П. Александрова, Н. Милютина и др., с протяженными планировочными структурами и доступной организацией пешеходных пространств городских районов с природным окружением, 1920–1930); 5) идея деурбанизации и децентрализации мегаполиса в проекте «Зеленого города» (М. О. Барц, 1930).

Социальные изменения в обществе вызваны чрезмерным пресыщением технологизацией и отчуждением роли человека, социальной значимости в планировании городов, в определении шагов гуманизма и появлении новых взглядов на социальное развитие городов, включая: *во-первых*, возникновение теории «стандарта соседней эффективности» (учитывает время и интересы общества); *во-вторых*, преобладание роли государства в социальном планировании и контроле (Э. Фромм¹); *в-третьих*, использование средового подхода К. Линча² и человеческого восприятия городской среды, которые объединили социально-психологические разработки в городском планировании и проектировании, включая такие принципы, как социальная адаптация, доступность и многофункциональность среды, наличие общественных пространств, безопасность жизнедеятельности.

Экономические потребности связаны с рационалистической потребностью в развитии функционализма, ориентированной на сохранение целостности городского развития и масштаба существующих городов, с учетом исторически сложившейся застройки, культурного наследия; предотвращением механической интеграции, высотного строительства и транспортно-индустриальных зон (теории Л. Мамфорда³, 1938); интенсивностью использования существующего строительного фонда за счет реконструкции сложившихся городов.

Второй этап (середина XX века) – развитие футурологических идей проектов городов, обусловленное последствиями научно-технологического прогресса, включая пренебрежение принципами социального устройства и упразднением духовно-эстетических аспектов архитектуры, включая:

– *теорию идеального города*, о гуманизированной среде будущего, основанной на противопоставлении предельной технизации мира и потере личности человека как субъекта культуры и члена социума, а также его связи с природой (идеи города Марина О. Нимейера (1955); эскизы «города-друга» (1956); эскизы для Бразилиа – «города, завтрашнего дня»);

– *теорию архитектурной экологии – Аркологии* (П. Солери, 1969, США) в основе которой лежит концепция проектирования среды обитания человека, с учетом экологических факторов и минимизировать антропогенное воздействие на природу (проект эко-городов будущего «Аркуосанти», Аризона, США, 1970); в основе «аркологии» были заложены принципы устойчивого развития современных городов (автономность, возможности использования альтернативных источников энергии, социальное развитие (здоровье человека и взаимодействие социального сообщества), развитие эко-инфраструктуры (безопасных для экологии видов транспорта и небольшая продолжительность улиц и дорог) [2];

¹Представитель Франкфуртской школы.

²Американский градостроитель, автор работ «Образ города», «Совершенная форма в градостроительстве».

³Американский философ, социолог, основатель социологии урбанизации



– *теорию метаболизма*, посвященную проблемам быстроизменяющегося мира, обусловленную быстрому росту городов и устойчивой урбанизации, основанную на принципах развития живого организма (онтогенеза) и коэволюции, включая положения: во-первых, восприятие архитектуры как органического процесса (подобно биологическому развитию); во-вторых, формирование идентичности в архитектуре зданий (поиск новых форм, связь в системе и макросистеме будущего (гибкость и реструктуризация, с возможностью приспосабливаться в изменчивости вещей (войны, стихийные бедствия; проект К. Кикутакэ морского города (1958–1963, Токио, Япония); схема развития горда Токио К. Танге (1960); эскизы метаболического города К. Курокавы (1961);

– *теорию городского развития как живого организма (теории биоурбанизма, биоанalogии в градостроительных концепциях, бионическая урбанистика)* нацелена на решения ряда проблем в градостроительной практике (загрязнение биосферы, рационализация дорожно-транспортной инфраструктуры, создание новой системы городских связей (жилых и общественных), совершенствование эстетической среды, создание необходимых условий для реорганизации (проекты динамического города, А. В. Иконников, К. П. Печельников (1973); концепции «вертикального развития», бр. Веснины, И. Леонидов, Э. Лисицкий); в концепциях динамического («бионического») города Ю. С. Лебедева (основана на организации производственно-жилой структуры «клеток»); «химическое» развитие морского городского организма (В. Катаволос) [3, 4].

– *концепции формирования перспективной системы расселения*¹ – (теория комплексного расселения (экистика), ЕСР (единой системы расселения), идея «экуменополиса» К. А. Доксиадис), новые решения в системе расселения в проектах НЭР (*новый элемент расселения*) и КСР (*кинетической системы расселения*), СССР, 1960-е) – *футуристическое направление в градостроительстве, повлиявшее на развитие современного градостроительства* (архитекторы СССР А. Гутнов, И. Лежава, 1968; проекты А. Иконникова, С. Гречаникова, А. Панина, К. Пчельникова, 1973); в основе идея чередования концентрированных очагов урбанизации и открытых пространств естественной среды, т. е. когда в условиях развития и роста очагов концентрации (возрастания плотности населения) восстанавливается естественная среда (как устойчивое пространство) [5].

Третий этап – распространение идеи устойчивого развития городов и устойчивой урбанизации, комплексность и равновесие внутренней городской среды (конец XX – начало XXI вв.), включая:

– *концепцию глобального города*, нацеленную на создание мирной и устойчивой цивилизации в условиях современных социальных изменений, интеграцию автоматизации и технологий, реорганизацию транспортной и производственной инфраструктуры, энергоэффективность, ресурсоориентированность, осуществление мероприятий по защите окружающей среды (проект «Венера», Ж. Фреско, 1994, Флорида, США);

– *концепции устойчивых эко-полисов* (проекты автономных городов В. Каллебо «Elasticity» (2001), плавающего эко-полиса «Lilypad» (2008–2017), проекты искусственных островов «The Atoll» (Южная Корея, 2003); концепция островов «Aequorea», (Рио-де-Жанейро, Бразилия, 2015).

¹www.nbbj.com – Американская глобальная архитектурная, планировочная и дизайнерская фирма



Выводы

Таким образом, развитие «теории природных аналогий» в градостроительных концепциях, родившейся в утопическом мышлении «бумажного» периода, в процессе векового развития вышла за рамки индивидуальных творческих предпочтений и точек зрения, приобрела практическое значение в формировании ключевых критериев современного градостроительного планирования в XXI веке, среди которых такие направления и тренды, как:

– модель города как природной системы, направленная на создание системной многоуровневой организации зеленой инфраструктуры в виде общественных парков, водных артерий, городских лесов, озеленения кровель и эффективной защите городов от последствий изменения климата (NBBJ¹, «Губчатый город» «Sponge City», генеральный план Tencent в Шэньчжэнь, Китай, 2021; концепции городского развития Benou A (Монреаль, центральный парк Гуанчжоу, Китай, мастер-план Уэльс, перспективный план развития Нью-Дели, концепция города Эр-Рияд, Саудовская Аравия и др.);

– модель «Умного города» (неинвазивные «зеленые» технологии и проекты, цифровые экосистемы и инновации, развитие когнитивной урбанистики²), основанная на внедрении и распространении интеллектуальных систем в реализации концепции устойчивого развития посредством технологических инноваций в организации и планировании городов и поселений (Leigh&orange, “New World China”, 2020); проекты Benou Arch, KYDI, Dewan Architects+E (Парклейн, Пикок парк, ОАЭ), Arup и др.) [6, 7];

— концепция комплексного развития городских территорий основана на комплексном подходе проектирования в реализации идеи устойчивого развития, гуманизации и сохранения объектов культурного наследия (в России базируется на методологическом комплексе (стандарте) по формированию и пространственному развитию городских территорий, с учетом лучших международных практик), включает в себя методы регенерации и организации районов и микрорайонов городов за счет создания и интегрирования устойчивых единиц (зданий, комплексов, открытых пространств, средовых объектов благоустройства и озеленения) и сетевой (мульти- и интермодальной) инфраструктуры; создания экологически безопасных зон взаимодействия с окружающей средой [8].

¹www.nbbj.com

²Смена представлений о городском планировании – города, как системы: комплексная система городов и поселений – первична, город в его динамике – вторичен [6].



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенцов, С. В. Идеи городов-садов и традиции Санкт-Петербургского и Петроградского градостроительства / С. В. Семенцов. – Текст : электронный // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 5 (70). – С. 26–49. – <http://vestnik.spbgasu.ru/article/idei-gorodov-sadov-i-tradicii-sankt-peterburgskogo-i-petrogradskogo-gradostroitelstva>. (дата обращения: 15.09.2022).
2. Анисимов, А. В. Памяти Паоло Солери (1919–2013) / А. В. Анисимов, О. М. Дегтярева. – Текст : электронный // Архитектурное бюро Асадова. – 2013. – С. 144–145. – <http://www.asadov.ru> (дата обращения: 14.09.2020).
3. Станькова, Я. Тысячелетнее развитие архитектуры / Я. Станькова, И. Пехар ; перевод с чешского В. К. Иванова. – Москва : Стройиздат, 1984. – 293с. – Текст : непосредственный.
4. Лебедев, Ю. С. Архитектурная бионика / Ю. С. Лебедев. – Москва : Стройиздат, 1990. – 270 с. – Текст : непосредственный.
5. Иконников, А. В. Утопическое мышление и архитектура: Социальное мировоззрение и идеологические тенденции в развитии архитектуры / А. В. Иконников. – Российская академия архитектуры и строительных наук, Научно-исследовательский институт теории архитектуры и градостроительства. – Москва : Архитектура-С, 2004. – 400 с. – ISBN 5-9647-0010-1. – Текст : непосредственный.
6. Крашенинников, А. В. Когнитивная урбанистика: архетипы и прототипы городской среды / А. В. Крашенинников. – Москва : Курск, 2020. – 209 с. – (Наука). – ISBN 978-5-907228-53. – Текст : непосредственный.
7. Зеленые проекты / под редакцией Д. О. Скобелева ; Научно-исследовательский институт, Центр экологической промышленной политики. – Москва : Деловой экспресс, 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-89644-147-2. – Текст : непосредственный.
8. Свод принципов комплексного развития городских территорий / по заказу Фонда единого института развития в жилищной сфере. – Москва : Стрелка, 2019. – Книга 1. – 290 с. – Текст : непосредственный.

YAKOVLEV Andrey Aleksandrovich, doctor of architecture, professor of the chair of architectural design; ZAKHARCHUK Anzhela Vladimirovna, applicant for candidate of architecture of the chair of architectural design

EVOLUTION OF THE IDEA OF NATURALNESS IN URBAN PLANNING CONCEPTS OF THE LATE XIX – EARLY XXI CENTURIES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel: +7 (831) 430-17-33;
e-mail: oootma@inbox.ru; angelazaharchuk@gmail.com/zakharchuk@inbox.ru
Key words: urban planning concepts, idea of natural analogue, sustainable development, contemporary urban planning, integrated planning and design.

The article discusses the development of conceptual solutions, theories and ideas that implement the idea of a natural analogue in urban planning; theories and prototypes of modern urban planning concepts are defined, taking into account priority areas; economic, social and environmental precedents for the formation of the concepts are identified.

REFERENCES

1. Sementsov S. V. Idei gorodov-sadov i traditsii sankt-peterburgskogo i petrogradskogo gradostroitelstva [The idea of «garden-city» and the traditions of St. Petersburg and Petrograd town planning] / Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. – 2018. – № 5 (70). – P. 26–49. – <http://>



vestnik.spbgasu.ru/article/idei-gorodov-sadov-i-tradicii-sankt-peterburgskogo-i-petrogradskogo-gradostroitelstva (data obrascheniya: 15.09.2022).

2. Anisimov A. V., Degtyareva O. M. Pamyati Paolo Soleri (1919–2013) / Arkhitekturnoe byuro Asadova. – 2013. P. 144–145. – <http://www.asadov.ru> (data obrascheniya: 14.09.2020).

3. Stankova Ya, Pekhar I. Tysyacheletnee razvitie arkhitektury [Millennial development of architecture] / per. s cheshskogo V.K. Ivanova. Moscow : Stroyizdat, 1984. – 293 p.

4. Lebedev Yu. S. Arkhitekturnaya bionika [Architectural bionics] / Moscow : Stroyizdat, 1990. – 270 p.

5. Ikonnikov A. V. Utopicheskoe myshlenie i arkhitektura: Sotsialno mirovozzrenie i ideologicheskie tendentsii v razvitii arkhitektury [Utopian thinking and architecture: Social worldview and ideological trends in the development of architecture] / Ross. akadem. arkh. i stroit. nauk, Nauchno-issled. in-t teorii arkh. i gradostroit. – Moscow: Arkhitektura-S, 2004. – 400 p. – ISBN 5-9647-0010-1.

6. Krashennikov A. V. Kognitivnaya urbanistika: arkhetyipy i prototypy gorodskoy sredy [Cognitive urbanism: archetypes and prototypes of the urban environment]. – Moscow : Kursk, 2020. – 209 p. – (Nauka). – ISBN 978-5-907228-53.

7. Zelyonye proekty [Green projects], pod red. D.O. Skobeleva ; Nauchno-issled. in-t, Tsentr ekologich. promysh. politiki. – Moscow : Delovoy ekspress, 2021. – 160 p. – ISBN 978-5-89644-147-2.

8. Svod printsipov kompleksnogo razvitiya gorodskikh territoriy [A set of principles for the integrated development of urban areas]. Po zakazu Fonda edinogo instituta razvitiya v zhilishnoy sfere. – Moscow : Strelka, 2019. – Kniga 1. – 290 p.

© А. А. Яковлев, А. В. Захарчук, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК 628.134

Е. Ю. АГЕЕВА, д-р филос. наук, проф. кафедры архитектуры; А. Л. ДУБОВ, студент

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ РЕНОВАЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57;
эл. почта: ag_eu@bk.ru

Ключевые слова: архитектурно-строительная реновация, водонапорные башни, изменение функции, архитектурно-конструктивная направленность реновации, реновация неэксплуатируемых промышленных объектов.

Представлена широкая типология реновационных объектов на примере водонапорных башен с сохранением их историко-архитектурной ценности.

В Российской Федерации расположено большое количество промышленных объектов, построенных в период наиболее интенсивной индустриализации общества с конца XIX до середины XX века [1].

Многие постройки, возведенные в этот период, уже не эксплуатируются либо из-за своего возраста, либо из-за утраты своей технической значимости в связи с ростом научного прогресса. К таковым можно отнести и водонапорные башни



этого периода. При этом культурная и эстетическая значимости исторических водонапорных башен чаще всего оставались незамеченными [2]. Необходимо учесть, что в силу своего высотного решения водонапорные башни всегда являлись акцентами застройки. Неэксплуатируемые промышленные объекты ухудшают экономическое положение района, в котором они расположены. Особенно это актуально для крупных городов, где найти свободную площадку для строительства новых зданий бывает очень непросто.

Поэтому вопрос реновации исторических водонапорных башен актуален не только в России, но и во всем мире. Реновация этих объектов представляет собой весьма интересный процесс с обязательным изменением первоначальной функции исторических водонапорных башен. Например, чаще всего после реновации водонапорные башни используются в качестве жилых помещений, коммерческой недвижимости, социально-культурных объектов, объектов туристического интереса или каких-либо иных общественных пространств [3].

Российские архитекторы успешно проводят реновацию неэксплуатируемых водонапорных башен из кирпича. При этом функция кардинально меняется: это музеи, жилые комплексы, рестораны, центры общения. Кроме рефункционализации идет реновация конструкций.

Нашей задачей является выявление особенностей архитектурного и конструктивного решений водонапорных башен на территории России в процессе реновации. Для этого были выявлены конструктивно-технические особенности проектирования водонапорных башен, отслежена история их строительства; проанализированы принятые в ходе реновации водонапорных башен архитектурные и конструктивные решения и особенности смены целевой функции; создана классификация реконструированных водонапорных башен по архитектурным и конструктивным решениям.

Водонапорные башни относятся к напорно-регулирующим сооружениям. Основная их функция заключается в создании и поддержании в водопроводной сети заданного напора. Осуществляется это за счет расположения накопительного резервуара на самом верш башни, высота которой может достигать порядка 20–30 м. Конструктивно же водонапорную башню можно разделить всего на три части: резервуар (бак), опору (ствол) и фундамент.

Опоры водонапорных башен чаще всего изготавливаются из кирпича, железобетона или металла.

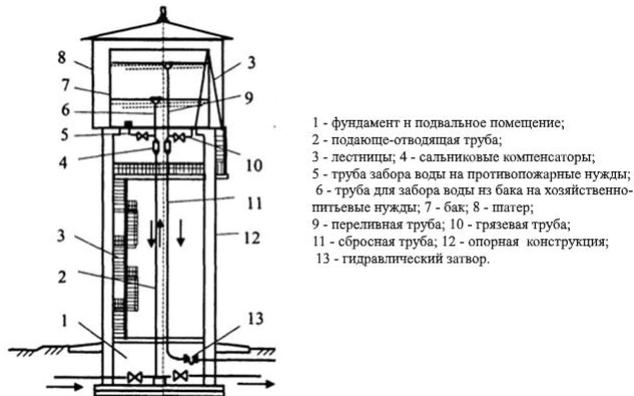


Рис. 1. Схема водонапорной башни

В зависимости от вида конструкции опоры их можно разделить на три типа: сплошные, сквозные и комбинированные опоры (рис. 2).



Рис. 2. Виды опор водонапорных башен по конструкции

Внутри опор располагают лестницы, металлические или железобетонные площадки. Пространство внутри опоры может быть использовано для размещения служебных, конторских, технических, производственных и других помещений.

В водонапорных башнях применяются круглые в плане или кольцевые фундаменты, так как такая форма является наиболее рациональной с точки зрения использования материалов и с точки зрения сопротивления нагрузке. Иногда форма фундамента в плане бывает многоугольной. На основании вышеизложенной информации, с точки зрения конструктивных и объемно-планировочных характеристик можно создать следующую классификацию водонапорных башен (табл. 1).

Рассмотрим наиболее интересные современные решения реновации исторических водонапорных башен в России, уделяя особое внимание конструктивным, архитектурным и объемно-планировочным решениям, особенностям изменения целевой функции здания и сохранению исторических элементов сооружений.

Водонапорная башня в г. Пермь на ул. Анри Барбюса была построена в 1905 г. В 1960-е годы башня перестала использоваться из-за нового Чусовского водозабора. В 2000-е башней заинтересовались частные инвесторы, и она была реконструирована (рис. 3) [4].



Рис. 3. Водонапорная башня на ул. Анри Барбюса. Источник: <https://commons.m.wikimedia.org/>



Таблица 1

Классификация водонапорных башен

I) По композиции	одиночные башни	
	башни с пристройкой	
II) По материалу	деревянные	
	каменные	
	железобетонные	
	металлические	
III) По виду резервуара	По форме резервуара в плане	круглой формы
		многоугольной формы
	По форме ограждения	со слоем утеплителя
		с шатром
		с галереей (полушатром)
	По форме покрытия	с плоским покрытием
		с коническим покрытием
		со сферическим покрытием
		с висячим покрытием
	По форме стенок	с плоскими стенками
		с наклонными стенками
		со сферическими стенками
По форме днища	с плоским днищем	
	с коническим днищем	
	со сферическим днищем	
	с гиперболическим днищем	
IV) По виду опоры	По форме опоры	с цилиндрической опорой
		с опорой формы усеченного конуса с расширением к основанию
		с опорой формы усеченного конуса с сужением к основанию
		с гиперболической опорой
	По конструкции опоры	со сплошной опорой
		со сквозной опорой
V) По виду фундамента	По форме фундамента	с круглым фундаментом
		с кольцевым фундаментом
	По конструкции фундамента	с повышенной частью
		без повышенной части

Четырехэтажная башня высотой 45 м и диаметром 33 м имеет в плане форму восьмиугольника. Сплошная опора и ограждение резервуара выполнены из красного кирпича. Конусообразная восьмискатная крыша с фонарем сделана из металла [4].



Интерес также представляют арочные витражные окна на всю высоту башни.

В настоящее время в водонапорной башне располагаются офисные помещения. В процессе реновации водонапорная башня получила современную двухэтажную пристройку. Два самых высоких этажа башни являются и самыми просторными. Внутреннее пространство занимают стены, перекрытия поддерживают только 4 колонны квадратного сечения.

Таким образом, в этом проекте реновации мы можем увидеть сохранение таких исторических элементов здания как фасадная поверхность, шатровая крыша, оконные рамы и др. Архитектурная композиция постройки была значительно изменена добавлением двухэтажной пристройки высотой практически в саму башню.

Музей «Вселенная воды» расположен в здании водонапорной башни в г. Санкт-Петербурге, которое было построено в 1859–1861 гг. Однако уже в XX веке башня оказалась ненужной вследствие развития науки и техники. В 2001–2002 гг. архитектурным бюро «Интерколумниум» при содействии ГУП Водоканал была проведена полная реконструкция здания [5].



Рис. 4. Музейный комплекс «Вселенная воды». Источник: <http://kanoner.com/>

Водонапорная башня высотой 54 м представляет из себя восьмиугольное в плане здание из красного кирпича с цилиндрической стеклянno-металлической пристройкой (рис. 4). Восьмискатная кровля из листового железа оборудована парапетом. Интерес также представляют исторические конструкции в башне: металлические клепаные большепролетные фермы; клепаные двутавровые балки; кирпичные своды с распалубками и деревянными балками и т. д. [6].

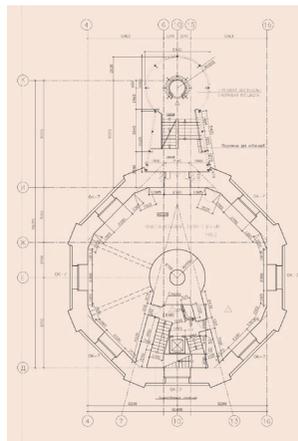


Рис. 5. План музейного комплекса. Источник: <https://dwgformat.ru/>



В процессе реновации и приспособления помещений под новую функцию (музейный комплекс) основной целью бюро являлось сохранение вида внутреннего пространства башни – своды, перекрытия, балки и т. д. Именно этот фактор и стал причиной выноса лифта и лестницы в отдельную пристройку. С другой стороны, с помощью формы и материалов пристройки авторам реновации удалось создать такой запоминающийся архитектурный образ «ледяного столпа» [7].

Особый интерес этот проект реновации представляет в виду полного сохранения таких конструктивных элементов как: фермы, балки, своды – и в то же время значительного изменения архитектурной композиции водонапорной башни.

Водонапорная башня Политехнического института в Санкт-Петербурге была построена в 1905 г. и первоначально использовалась для обеспечения водой института. Еще во время строительства было принято решение об устройстве рядом с башней в отдельных зданиях гидравлических лабораторий для тестирования различного оборудования. На протяжении своей истории к башне добавлялись и другие пристройки с различными учебными помещениями.



Рис. 6. Гидробашня Политехнического университета. Источник: <https://krasivodel.ru/>

Гидробашня высотой 46 метров представляет собой башню формой правильного восьмиугольника в плане с каменной сплошной опорой и деревянным шатровым ограждением резервуара (рис. 6). В 15-этажной башне находится бак объемом 200 м³, пройти к которому можно через цокольные этажи по винтовой лестнице.

Сейчас в водонапорной башне располагаются центр проектной деятельности молодежи; Центр патриотического воспитания молодежи «Родина»; коворкинг пространство «Точка кипения – Политех». Кроме этого, в первой пристройке башни до сих пор находится лаборатория гидромашиностроения [8].

Капитальная реконструкция башни проводилась в период 2003–2005 гг. ООО «Рест-Арт». В процессе ремонта башни были заменены верхние и нижние венцы деревянного сруба ограждение резервуара. Это было связано прежде всего с конденсатом, который в течении долгого времени скапливался на стенках резервуара, а также с протекающей кровлей фонарика и верхней части крыши водонапорной башни. Для осуществления задуманного реставраторами была



создана уникальная деревянная конструкция весом более 150 т, которая позволила устойчиво подвесить сруб над опорой башни. Кроме того, командой реставраторов был обновлен фасад водонапорной башни, было убрано цементное железнение и восстановлен штукатурный слой.

Таким образом, на примере данного объекта мы можем увидеть сохранность конструктивных, архитектурных и технических элементов водонапорной башни, и в то же время изменение колористического решения фасада. В процессе реконструкции была применена уникальная деревянная конструкция.

Водонапорная башня в с. Червишево была построена в 1950-е годы и использовалась для обеспечения водой жителей, однако уже в 1980 г. башню перестали эксплуатировать. В начале 2000-х башню собирались сносить, тогда-то ее и выкупил предприниматель Куракин В. И. [9], рис. 6. Здание представляет из себя пятиэтажную круглую в плане башню высотой 25 м, опора которой выполнена в виде сплошной оболочки.



Рис. 7. Башня-обсерватория. Источник: <https://atmr.ru/>

Ствол башни вместе с ограждением резервуара целиком сложены из глиняного кирпича. На данный момент в этой башне расположились библиотека, керамическая мастерская для детей и астрономическая обсерватория. Основная современная функция водонапорной башни – создание астрономических снимков и проведение экскурсий в обсерватории – здание стало одной из главных достопримечательностей села.

В процессе реновации к водонапорной башне была добавлена пристройка, были добавлены некоторые декоративные элементы – вывеска с часами, фигура астронома на окне, подсветка ограждения резервуара. Металлический бак башни был разрезан и демонтирован. Внутреннюю винтовую лестницу было решено оставить, немного обновив ее внешний вид. Был укреплен фундамент 4 металлических внутренних колонн, на которые опирались перекрытия и лестница [9].

Для создания в водонапорной башне обсерватории необходимо было полностью заменить кровлю. Старая крыша была демонтирована с помощью крана, а на ее место установлена новая на металлическом каркасе с раскрывающимися



створками. За счет электродвигателей конический купол башни способен поворачиваться на 360 градусов, управление осуществляется с пульта. Для устройства светопрозрачной кровли применялся поликарбонат.

На примере данного проекта реновации мы можем увидеть полную замену такого элемента башни как крыша, небольшие изменения внешнего вида здания.

Водонапорная башня в г. Тольятти расположена на самой окраине микрорайона Портовый. Точное время вывода башни из эксплуатации неизвестно, точно можно сказать только то, что она была полностью заброшена до 2012 г.

Башня представляет из себя круглое в плане сооружение высотой 20 м со сплошным стволом в виде оболочки и шатровым ограждением резервуара, выполнена целиком из глиняного кирпича (рис. 8) [10]. В настоящий момент единственной функцией башни является полигон для тренировок скалолазов и альпинистов.



Рис. 8. Скалодром «Башня». Источник: <https://travelworld.biz/>

Для этого на фасаде башни было пробито несколько скалолазных маршрутов при помощи шлямбуров; были организованы точки страховки; по всей цилиндрической поверхности были созданы «долбленки» – искусственные углубления для облегчения маршрута. Основным препятствием для скалолазов на данном объекте является метровый карниз, преодолев который можно через окно забраться на оборудованную смотровую площадку.

Таким образом, в данном объекте реновации мы можем увидеть полное сохранение архитектурно-объемной композиции башни и ее внешнего вида с некоторыми дополнительными конструктивно-техническими решениями для выполнения современной целевой функции сооружения.

Музей кошек «Мурариум» находится в здании водонапорной башни в г. Зеленоградск (рис. 9). Башня была построена в 1905 г. для водоснабжения жителей. Водонапорная башня перестала эксплуатироваться еще в советские годы, а к 2000 году окончательно пришла в упадок и начала создавать реальную угрозу для окружающих. В 2006–2012 гг. была проведена полная реконструкция здания [11].



Рис. 9. Музей кошек «Мурариум». Источник: <https://visit-kaliningrad.ru/>

Башня представляет из себя круглое в плане 7-этажное сооружение высотой 40 м. Ствол здания выполнен из глиняного кирпича, наверху башни расположена широкая смотровая площадка с обзором 360 градусов. Сейчас помещение водонапорной башни занимает музей кошек. Экспонаты занимают всю внутреннюю поверхность стен башен, витрины располагаются на лестничных площадках и перекрытиях.

Кроме винтовой лестницы, доступ на вершину башни осуществляется через лифт. На вершине башни располагается пентхаус общей площадью 110 м² с частично остекленным куполом, который можно арендовать на небольшой срок [11]. В процессе реновации в 2000-х годах были реконструированы многие исторические архитектурные элементы: рустовка, ковка, лепнина и т. д. Старая кирпичная кладка была полностью сохранена. Также в процессе реновации на ограждении резервуара появилась смотровая площадка, была установлена подсветка фасада. Крыша водонапорной башни была практически полностью разрушена и требовала полной замены. В связи с этим был сконструирован и установлен новый каркасный купол – частично металлический, частично стеклянный. Для большего комфорта была смонтирована многосекторная система затемнения, управление которой может осуществляться как автоматически, так и с помощью пульта.

На примере данного объекта реновации можно увидеть значительное изменение некоторых конструктивных элементов, устройство смотровой площадки, лифта. В то же время авторы попытались сохранить большинство архитектурных элементов башни.

Водонапорная башня, сейчас кафе «Сациви» была построена в г. Владивостоке в 1893 г. и первоначально служила для заправки паровозов на прилегающей железнодорожной станции [12]. С вытеснением паровозов другими более технологичными видами транспорта башня стала ненужной и начала постепенно рушиться. В 2014 г. башня подверглась реновации по проекту, разработанному ООО «Проект 2.0» (рис. 10).

Архитектурную композицию башни составляют соединенные друг с другом два объема, шестиугольные в плане. Стены выполнены из красного кирпича [12]. Сложная многоскатная крыша с несколькими фонарями покрыта черепицей.

В процессе реновации к водонапорной башне была добавлена двухэтажная пристройка. Как раз в ней и размещается большая часть пространства кафе грузинской кухни «Сациви». Дизайн внутренних помещений современной части был стилизован под кирпичную кладку водонапорной башни.



Рис. 10. Проект реновации от ООО «Проект 2.0». Источник: <https://primamedia.ru/>

Таким образом, изнутри помещения водонапорной башни и пристройки ничем не отличаются. На первом этаже кафе расположено 70 посадочных мест, на втором – 200. Имеются также летние площадки.

Таким образом, в данном объекте ревалоризации мы можем увидеть сохранение архитектурно-художественного оформления фасада башни с изменением композиции в виде добавления двухэтажной пристройки. Интерес представляет также стилизация интерьера пристройки под интерьер водонапорной башни.

Водонапорная башня в г. Ижевске была построена в 1915 г. Башню перестали использовать по назначению в 1970-е годы, было разрешено ее использование в качестве тренировочного полигона для скалолазов. В 2000-е годы башню признали аварийной, позже было решено ее отреставрировать (рис. 11). В 2014 г. в здании был открыт Музей воды, авторами проекта были МБОУ ДО «МИРЦ» и арт-группа «Творческая дача».



Рис. 11. Музей воды г. Ижевск. Источник: <https://vk.com/muzaqua>



Башня представляет из себя пятиярусное восьмиугольное здание, возведенное из кирпича. Каждый ярус башни обладает собственной толщиной стен. Низкая восьмискатная фальцевая крыша выполнена из кровельного железа, оборудована парапетом [13].

Какуже было отмечено выше, помещения водонапорной башни приспособлены под музей воды. Водонапорная башня г. Ижевск – объект культурного наследия: предметом охраны являются фасады, наружная отделка, декор, некоторые конструктивные особенности и т. д. [13]. Поэтому при реновации внешний вид башни не был значительно изменен.

Интерьер промышленного объекта виртуозно используется создателями музея для создания необходимого антуража. Металлическая винтовая лестница, необработанные кирпичные стены, деревянные перекрытия дополняют собой экспозицию.

Таким образом, в этом объекте мы можем увидеть полное сохранение внешнего вида и интерьера водонапорной башни, умелую эксплуатацию образа сооружения для художественных целей.

Итак, на основе анализа осуществленных проектов реновации водонапорных башен со сменой целевой функции мы видим, что в большинстве случаев исходная архитектурная композиция сохранялась, дополнительных объемов не пристраивалось. Во всех рассмотренных нами объектах большое внимание уделялось сохранению исторических декоративных и конструктивных элементов башен. Это связано прежде всего с тем, что водонапорные являются объектами культурного наследия, что накладывает определенные ограничения на работу проектировщиков и реставраторов. При выборе новой функции для отреставрированной водонапорной башни предпочтение чаще всего отдается созданию выставочных помещений. Такое решение является весьма логичным, так как высокие потолки, отсутствие перегородок и другие конструктивные особенности позволяют без лишних затрат и неудобств устраивать экспозиции. Кроме того, сама история башни и ее образ нередко подталкивают к созданию музея внутри сооружения.

Таким образом, водонапорные башни как объекты индустриального наследия безусловно обогащают визуальный образ городов, внося необходимое архитектурное разнообразие в городскую среду. После реновации они становятся точками интереса и притяжения не только туристов, но и местных групп населения, что способствует процессу развития города. Кроме того, водонапорные башни выполняют важную историческую функцию, рассказывая одним своим видом об определенных периодах развития производства и экономики страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агеева, Е. Ю. Реновация неэксплуатируемых промышленных зданий и сооружений : монография / Е. Ю. Агеева, О. С. Купцова ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2018. – 102 с. – ISBN 978-5-528-00311-5. – Текст : непосредственный.
2. Агеева, Е. Ю. Реновация водонапорных башен: типологический анализ / Е. Ю. Агеева, Н. А. Гоголева. – Текст : электронный // Жилищное строительство. – 2019. – № 1-2. – С. 19–30. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37057191_87016580.pdf.
3. Агеева, Е. Ю. Варианты преобразования неэксплуатируемых промышленных территорий / Е. Ю. Агеева, А. Е. Кудрявцев. – Текст непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный



университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 4 – С. 84–92.

4. Государственный архив Пермского края. – URL: <http://www.archive.perm.ru/projects/weeklyphoto/water-tower/> (дата обращения 02.04.22). – Текст : электронный.

5. Экспозиционно-выставочный комплекс «Вселенная Воды». – URL : http://www.vodokanal-museum.ru/muzejnuy_kompleks/vodonapornaya_bashnya/ (дата обращения 23.03.22). – Текст : электронный.

6. Единый государственный реестр объектов культурного наследия. – URL: https://ru-monuments.toolforge.org/get_info.php?id=781510294760015 (дата обращения: 17.03.22). – Текст : электронный.

7. INTERCOLOMNIUM. – URL : <https://intercolumnium.ru/projects/muzej-vody> (дата обращения: 01.04.22). – Текст : электронный.

8. Музей истории СПбПУ. – URL : https://museum.spbstu.ru/news/115_le/ (дата обращения 21.03.22). – Текст : электронный.

9. Сайт обсерватории M90 Chervishevo. – URL: http://astro.kosmopoisik72.ru/about_project/ (дата обращения 19.03.22). – Текст : электронный.

10. STRELKA MAG. – URL : <https://strelkamag.com/ru/article/muzei-koshek-zhiloi-dom-i-art-skvot-kak-segodnya-ispolzuyut-vodonapornye-bashni> (дата обращения 19.03.22). – Текст : электронный.

11. Murarium. – URL : <https://murarium.ru/o-bashne/istoriya-bashni/> (дата обращения 21.03.22). – Текст : электронный.

12. Памятники истории и культуры Приморского края : материалы к своду. – Владивосток : Дальиздат, 1991. – 268 с. – Текст : непосредственный.

13. Единый государственный реестр объектов культурного наследия. – URL : https://ru-monuments.toolforge.org/get_info.php?id=181510297070005 (дата обращения: 17.03.22). – Текст : электронный.

AGEEVA Elena Yurevna, doctor of philosophic sciences, professor of the chair of architecture; DUBOV Andrey Leonidovich, student

RUSSIAN EXPERIENCE OF RENOVATION OF HISTORICAL WATER TOWERS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57; e-mail: ag_eu@bk.ru

Key words: architectural and construction renovation, water towers, change of function, architectural and constructive orientation of renovation, renovation of unused industrial facilities.

The article presents a broad typology of renovation objects on the example of water towers with preservation of their historical and architectural value.

REFERENCES

1. Ageeva E. Yu., Kuptsova O. S. Renovatsiya neekspluatiruemykh promyshlennykh zdaniy i sooruzheniy [Renovation of unused industrial buildings and structures]. Monografiya. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2018. – 102 p. – ISBN 978-5-528-00311-5.

2. Ageeva E. Yu., Gogoleva N. A. Renovatsiya vodonapornykh bashen: tipologicheskii analiz [Renovation of water towers: typological analysis]. Zhilishchnoe stroitelstvo. 2019. № 1-2. P. 19-30. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37057191_87016580.pdf.

3. Ageeva E. Yu., Kudryavtsev A. E. Varianty preobrazovaniya neekspluatiruemykh promyshlennykh territoriy [Renovation options for non-exploited industrial territories] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-



stroit.un-t. – Nizhny Novgorod, 2022. – № 4 – P. 84–92.

4. Gosudarstvennyy arkhiv Permskogo kraya [State archives of the Perm territory]. – URL: <http://www.archive.perm.ru/projects/weeklyphoto/water-tower/> (data obrascheniya 02.04.22).

5. Ekspozitsionno-vystavochnyy kompleks "Vseennaya Vody" [Exposition and exhibition complex "Universe of Water"]. – URL: http://www.vodokanal-museum.ru/muzejnij_kompleks/vodonapornaya_bashnya/ (data obrascheniya 23.03.22).

6. Ediny gosudarstvennyy reestr obektov kulturnogo naslediya [Unified State Register of Cultural Heritage Objects]. – URL: https://ru-monuments.toolforge.org/get_info.php?id=781510294760015 [data obrascheniya: 17.03.22].

7. INTERCOLOMNIUM. – URL: <https://intercolumnium.ru/projects/muzej-vody> (data obrashheniya: 01.04.22).

8. Muzey istorii SPbPU [SPbPU History Museum]. – URL: https://museum.spbstu.ru/news/115_let/ (data obrascheniya 21.03.22).

9. Sayt observatorii M90 Chervishevo [M90 Chervishevo Observatory website]. – URL: http://astro.kosmopoisk72.ru/about_project/ (data obrascheniya 19.03.22).

10. STRELKA MAG. – URL: <https://strelkamag.com/ru/article/muzei-koshek-zhiloi-dom-i-art-skvot-kak-segodnya-ispolzuyut-vodonapornye-bashni> (data obrascheniya 19.03.22).

11. Murarium. – URL: <https://murarium.ru/o-bashne/istoriya-bashni/> (data obrascheniya 21.03.22).

12. Pamyatniki istorii i kultury Primorskogo kraya [Historical and cultural monuments of Primorsky region]. Materialy k svodu. — Vladivostok : Dalizdat, 1991. — 268 p.

13. Ediny gosudarstvennyy reestr obektov kulturnogo naslediya [Unified State Register of Cultural Heritage Objects]. – URL : https://ru-monuments.toolforge.org/get_info.php?id=181510297070005 [data obrascheniya: 17.03.22].

© Е. Ю. Агеева, А. Л. Дубов, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК 712:711.5

Е. В. КАЙДАЛОВА, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектурного проектирования, декан факультета архитектуры и дизайна

АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНОЕ РЕШЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЭКСПО-2020

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-75-11;
эл. почта: i_iag@nngasu.ru

Ключевые слова: архитектура, влияние климата, Всемирная выставка, дизайн, ландшафтная архитектура, ландшафтный дизайн, озеленение, павильоны, устойчивость, Экспо.

Статья посвящена уникальному культурному событию мирового значения – Всемирной выставке Экспо-2020, прошедшей в Дубае в 2021–2022 гг. Мероприятие такого уровня всегда отличается тщательной организацией территории, ярким решением павильонов и общественных пространств, для проектирования приглашаются самые знаменитые архитекторы и дизайнеры. Архитектура Экспо отображает уровень материально-технического развития общества, культурную и национальную идентичность, зачастую бывает сенсационной и с годами становится национальным символом представляемых ею стран. Территория Экспо-2020 рассмотрена с точки зрения общего пространственно-планировочного решения и ландшафтного оформления. Дано описание архитектуры центральных смысловых павильонов. Акцент смещен на природно-экологический и климатический аспект, зеленые технологии, ландшафтный дизайн и традиции. В иллюстративном ряду использованы авторские фотографии.



Территории выставок относятся к числу специализированных парков. Среди различных видов выставок самые интересные – Всемирные выставки или Экспо (*Expo*), способные максимально удовлетворить потребность человека в информации. Они являются символом развития общества и открытой площадкой для демонстрации технических и технологических достижений, архитектурных и дизайнерских новаций.

Первая Всемирная выставка была проведена в 1851 г. в Лондоне в Гайд-парке. Ее главной достопримечательностью был Хрустальный дворец, возведённый Джозефом Пакстоном из металла и стекла, ознаменовавший рождение современной технологичной архитектуры. С этого времени проектирование территорий выставочных парков образовало самостоятельную отрасль ландшафтной архитектуры. Идеологическая направленность Всемирных выставок с момента их возникновения менялась. К настоящему времени Экспо прошли три периода: индустриальный, культурного обмена и национального брендинга.

Последняя Всемирная выставка состоялась в Дубае. Этот город как поселение основан в 1799 г., сейчас он крупнейший в ОАЭ, третий по важности центр реэкспорта в мире после Гонконга и Сингапура, а по темпам развития сравним с Шанхаем. Открытие Экспо планировалось в 2020 г., но было перенесено на осень 2021 г. по санитарно-эпидемиологическим причинам. Выставочные мероприятия длились полгода с октября по март. На летние месяцы территория закрывалась, поскольку высокая температура воздуха и мощное солнечное излучение делают пребывание на открытом пространстве дискомфортным и даже опасным. В октябре 2022 г. территория вновь открылась для посетителей в другом виде и под названием Экспо Сити (*Expo City*).

Для Экспо-2020 была выбрана тема «Объединяя умы, создавая будущее» с подтемами «Устойчивость», «Мобильность» и «Возможности». Сквозными вопросами экспозиции были – устойчивое развитие, экология, ресурсы, технологии, сохранение природного и культурного наследия. Поэтому природные компоненты в виде растительности и воды стали неотъемлемой частью концепции архитектурного и дизайнерского решения выставки и многих павильонов. В условиях экстремально жаркого климата такой ландшафтно-экологический подход с элементами зеленого строительства сложен и дорог в осуществлении и эксплуатации.

Садоводство и выращивание культурных растений и на Аравийском полуострове, в том числе, в Дубае на протяжении всей истории до недавних времен было практически невозможно из-за экстремально жаркого и сухого климата. Лето в здесь отличается экстремально высокими температурами, высокой влажностью воздуха и отсутствием атмосферных осадков. Дневные показатели доходят до +48,5°C. Зимы – мягкие и короткие, с температурами до +23°C, понижающимися ночью до +14°C. В среднем, в год выдается 5 дождливых дней, осадки нерегулярные и всегда кратковременные. Поэтому озеленение городских общественных пространств в этом регионе появились только в последние десятилетия исключительно благодаря двум составляющим – экономическому развитию страны и материально-техническому развитию общества (рис. 1 цв. вклейки).

Ландшафтная архитектура и ландшафтный дизайн в условиях экстремально жаркого сухого климата обладает специфическими особенностями. За последние десятилетия были отработаны следующие приемы проектирования и функционирования ландшафтных объектов:

- сезонное функционирование – открытые пространства принимают

К СТАТЬЕ Е. В. КАЙДАЛОВОЙ
«АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНОЕ РЕШЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ
ЭКСПО-2020»



Рис. 1. Пустыня Руб-эль-Хали. Дубай



Рис. 2. Схема территории и Экспо-2020, зеленый каркас



Рис. 3. Входная зона Экспо-2020 со стороны станции метро

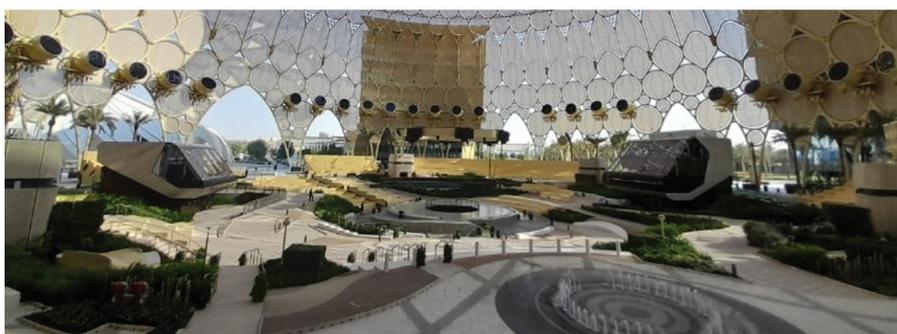
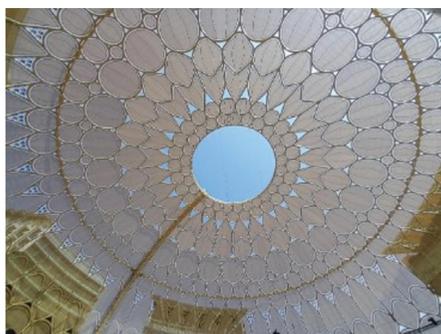


Рис. 4. Главная площадь Экспо-2020 Аль-Васл

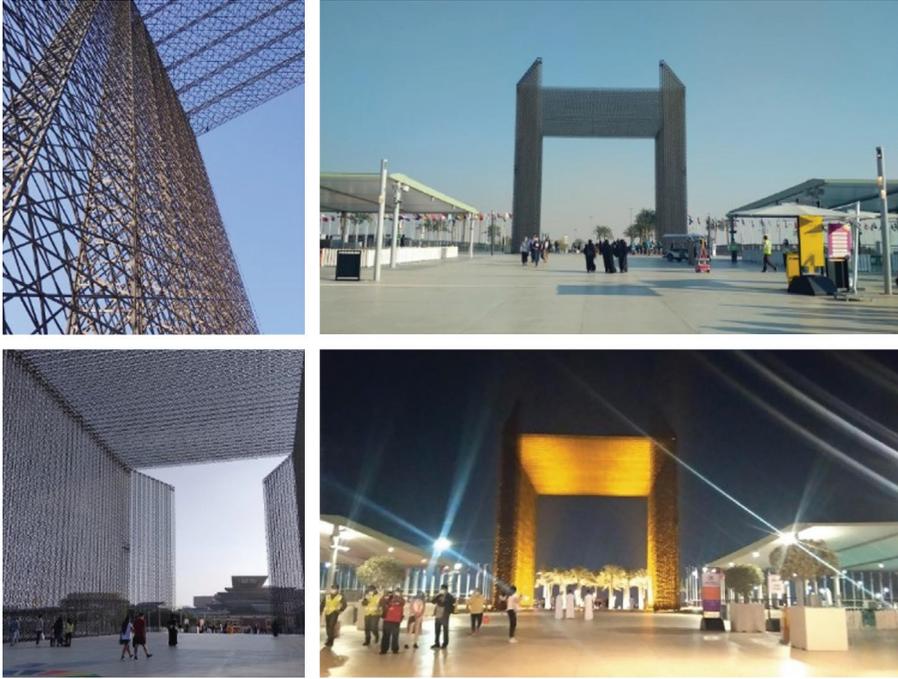


Рис. 5. Входные арки Экспо-2020 со стороны парковок и автобусных остановок



Рис. 6. Павильон «Мобильность»



Рис. 7. Павильон «Устойчивость» или «Земля»



Рис. 8. Павильон «Устойчивость» или «Земля»



Рис. 9. Павильон «Возможности»



Рис. 10. Фонтан-водопад

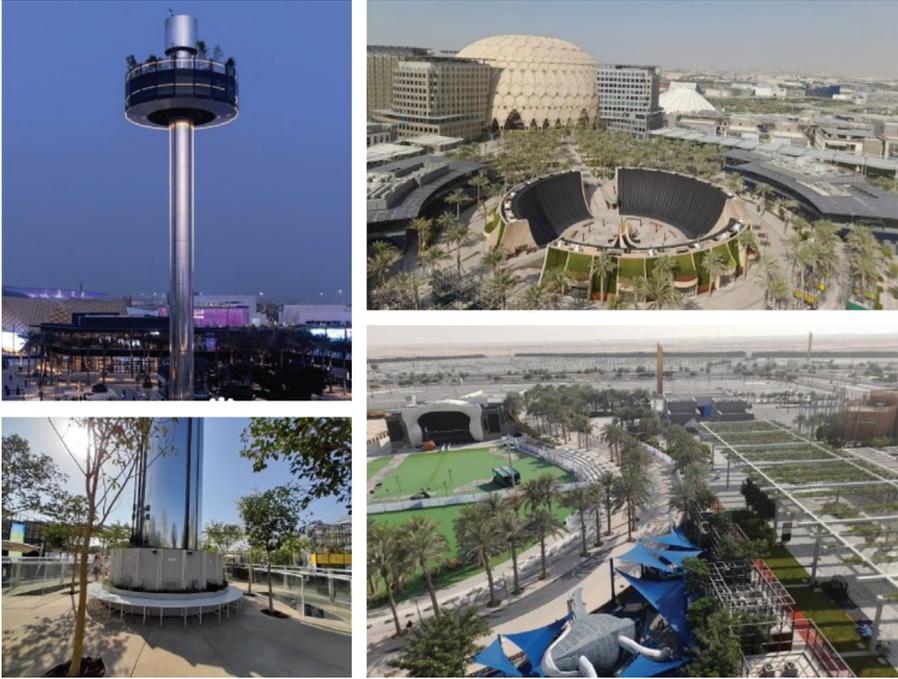


Рис. 11. Небесный сад



Рис. 12. Рекреационные пространства Экспо-2020



посетителей в осенне-зимне-весенний период и закрываются на лето. Экспо проходило с октября по март, когда температурный режим наиболее комфортный как для посетителей, так и для растений.

- функционирование в определенное время суток – открытые общественные пространства используются в вечернее и ночное время, утром и днем мероприятия не проводятся;

- в ассортименте предпочтение отдается растениям, приспособленным к местным природным условиям. Из-за сложности выращивания многолетних растений выбор смещен в сторону однолетников. В связи с этим в пространственной организации объектов и территорий преобладают партерные решения, в том числе используются водные партеры;

- широкое использование технических средств с водой – фонтанов, увлажняющих установок, устройств для капельного полива растений;

- создание зон с более благоприятным микроклиматом как для растений, так и для человека. Активно применяется затенение тентами, навесами, перголами. Строятся крытые общественные пространства с полностью искусственным микроклиматом [1, 2].

В Объединенных Арабских Эмиратах предпочтение отдается масштабным футуристическим архитектурно-градостроительным проектам. Экспо-2020 не стало исключением – участок пустыни площадью 438 га на юго-западе Дубая был превращен в город-сад с крупномерными деревьями, натуральными зелеными газонами и кустарниками, цветами и элементами ландшафтного дизайна. В основу Генерального плана положен бионический мотив, напоминающий цветок (рис. 2 цв. вклейки). Отмечу, что формальный рисунок Генплана дезориентирует посетителя и затрудняет передвижение по выставке, однако орнаментальность – это характерная черта архитектуры региона. Генеральный план разработан американской фирмой НОК.

Через главный вход со стороны метро (рис. 3 цв. вклейки), посетители попадают на главную площадь Экспо Аль-Васл (*Al Wasl* – это древнее название Дубая, означающее «связь») – город всегда соединял торговцев всего мира). Площадь является смысловым центром выставки и местом проведения мероприятий. Она накрыта полупрозрачным самым большим в мире проекционным куполом-шатром (проект *Adrian Smith & Gordon Gill Architecture*), одновременно затеняющим общественное пространство в дневные часы. Геометрические орнаменты на подсознательном уровне напоминают о мусульманских традициях (рис. 4 цв. вклейки). В обустройстве площади задействованы геопластика (чаша амфитеатра, ступенями спускающаяся к сцене в центре), водные устройства и партерное озеленение террас; по периметру высажены крупномерные пальмовые деревья.

От площади Аль-Васл начинаются шесть основных дорог, формирующих в плане трилистник, лепестки которого расходятся в направлении дополнительных входов. Они выделены ажурными Входными арками героического масштаба (проект британского архитектора Асиф Хана). Порталы высотой 21 и шириной 10,5 м представляют собой адаптацию традиционного узора машрабии – решетки, используемой в регионе для регулирования потоков света и воздуха (рис. 5 цв. вклейки). Сооружение собрано из сверхлегкого прочного карбона. За воротами находятся парковки, и остановки автобусов, а на территории выставки напротив входов размещены тематические павильоны, отображающие смысловую направленность трех основных зон Экспо – Мобильность, Устойчивость и Возможности.

Павильон Мобильность (*Mobility*) олицетворяет движение. Архитекторы



(бюро *Foster + Partners*) вдохновлялись проектом будущего экогорода Масдар в Абу-Даби, который будет существовать исключительно на возобновляемых источниках энергии. Трехосевая структура расширяется кверху. Фасады опоясаны металлом, сияющим на солнце и в лучах ночных прожекторов. Элегантные детали и малые архитектурные формы отмечают входы. В интерьере создана двухчастная по смысловому наполнению экспозиция. Показ статичного прошлого и весьма динамичного будущего ярко подчеркивает нарастающую скорость происходящих в жизни человечества изменений. На прилегающей территории тщательно проработан микрорельеф, устроены три амфитеатра для локальных мероприятий, установлены малые архитектурные формы, элементы освещения и дизайна, созданы места для кратковременного отдыха, покрытия исполнены в различных цветах и текстурах, включают озеленение (рис. 6 цв. вклейки).

Масштабный пространственный павильон **Устойчивость или Земля** (*Sustainability, Terra*) архитектор Николас Грмишоу представил и синтетическим архитектурным ландшафтом с дизайнерским лесом. Он обращается к интеллектуальным стратегиям для создания устойчивой архитектуры будущего. Павильон вдохновлен сложными природными процессами, сфокусирован на возобновляемых ресурсах: фотосинтезе, солнечной энергии и на получении чистой воды из влажного воздуха. Главный объем в виде бионической формы включает экспозицию, посвященную обитателям морей и суши. На наклонной эксплуатируемой кровле созданы смотровые площадки и террасные партерные сады. Большой павильон окружен множеством деревьев-зонтов, оснащенных солнечными батареями. В этой «роще» через зеленые заросли проложены тропы. Архитектура работает в тандеме с ландшафтом. Демонстрационные сады с извилистыми путями осмотра и затененными уединенными местами подчеркнуты запахами, звуками и тактильными возможностями природы (рис. 7,8 цв. вклейки).

Павильон **Возможностей** (*Opportuniti*) посвящен будущему и возведен по проекту бюро *AGi Architects*. Его архитектурная концепция значительно изменилась, утратила остроту в сравнении с начальным вариантом, задуманным Бьярке Ингельсом и *BIG*. Нынешний объем не привлекает должного внимания архитектурой и экспозицией (рис. 9 цв. вклейки).

На территории Экспо-2020 также были построены две уникальные достопримечательности, включающие ландшафтный компонент – это огромный фонтан-водопад «Особенность воды» (*Water Feature*), и вращающаяся смотровая площадка «Небесный сад» (*Garden in The Sky*). **Фонтан-водопад** (*Water Feature*) находится рядом с Главной площадью. Сюда ведут три входа-спуска, совмещенные со смотровыми площадками. Круглое дно гигантской чаши окружено сферически вогнутыми стенами с текстурным покрытием, по которому стекает вода. Инсталляция в центре пространства продуцирует пар. Внешний фасад чаши имеет зеленые стены с живыми растениями. Проект и его реализация выполнены *WET Design & SWA Group*. Масштаб впечатляет, действие завораживает: кубометры падающей воды или струящейся с высоты 13 м, художественная подсветка в темное время суток, дымящийся «вулкан» в центре – все это происходит в сопровождении динамичной музыки, написанной композитором Рамином Джавади. Водное шоу проходит каждые полчаса, источник привлекает сотни людей, в жарком климате он более чем уместен (рис. 10 цв. вклейки).

В непосредственной близости от Фонтана расположена смотровая вышка «Небесный сад». Это фактически аттракцион, поднимающий посетителей на высоту 55 м над землей. Он является идеальным местом для обзора выставочной



территории. Вращающаяся двухуровневая площадка «Небесного сада» на верхнем уровне озеленена деревьями в кадках (рис. 11 цв. вклейки).

Для удобства посетителей на территории Экспо созданы затенение и озеленение открытых пространств. Основные улицы Экспо на всем протяжении защищены от излишней инсоляции перголами и тканевыми навесами. Над минискверами с древесно-кустарниковой растительностью сооружены конструкции, напоминающие зонты от солнца или дизайнерские деревья. Над тематическими детскими игровыми площадками натянуты тенты. Два зеленые поля для массовых мероприятий и открытый театр, имеющие большие линейные размеры, используются в вечернее время после захода солнца (рис. 12 цв. вклейки).

В ассортименте применены солнцелюбивые и засухоустойчивые растения сухих тропиков – пальмы, суккуленты и злаковые, а также цветущие однолетники, преимущественно, в мобильных контейнерах, которые легко заменять по мере необходимости. Ко всем растениям подведена система капельного орошения, что предотвращает лишнюю потерю пресной воды. Полив осуществляется очищенными сточными водами. Экспо-2020 является примером экологического подхода в градостроительстве, архитектуре и дизайне. Проект учитывает природно-климатические особенности региона, использует наработанный, апробированный опыт создания открытых общественных пространств в конкретных условиях и выполнен с привлечением специфических приемов в области ландшафтной архитектуры и ландшафтного дизайна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кайдалова Е.В. Особенности формирования архитектуры ландшафтных объектов под влиянием природно-экологических факторов // Великие реки' 2018. Труды научного конгресса 20-го Международного научно-промышленного форума. В 3-х томах. Отв. Ред. А. А. Лапшин. 2018. С. 103-106.
2. Кайдалова Е.В. Особенности формирования ландшафтных объектов в условиях экстремального климата (на примере Дубая) // Ландшафтная архитектура и формирование комфортной городской среды. Материалы XV региональной научно-практической конференции: сборник трудов. Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Отв. ред. О. П. Лаврова. 2019. С. 18-27.

KAIDALOVA Elena Valentinovna, candidate of architecture, assistant professor, of the chair of architectural design, dean of the faculty of architecture and design

ARCHITECTURAL AND LANDSCAPE SOLUTION EXPO-2020 TERRITORIES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Il'inskaya str., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: i_iag@nngasu.ru

Key words: architecture, climate impact, world expo, design, landscape architecture, landscape design, landscaping, pavilions, sustainability, Expo.



The article is devoted to a unique cultural event of world significance - the World Expo 2020, held in Dubai in 2021-2022. An event of this level is always distinguished by a careful organization of the territory, a bright design of pavilions and public spaces, the most famous architects and designers are invited to design. The architecture of the Expo reflects the level of material and technical development of society, cultural and national identity, is often sensational and over the years becomes a national symbol of the countries it represents. The territory of Expo-2020 is considered from the point of view of the general space-planning solution and landscape design. The description of the architecture of the central semantic pavilions is given. The emphasis is shifted to the natural, ecological and climatic aspect, green technologies, landscape design and traditions. In the illustrative row, author's photographs are used.

REFERENCES

1. Kajdalova E.V. Osobennosti formirovaniya arhitektury landshaftnyh ob'ektov pod vliyaniem prirodno-ekologicheskikh faktorov [Features of the formation of the architecture of landscape objects under the influence of natural and environmental factors] // Velikie reki' 2018. Trudy nauchnogo kongressa 20-go Mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma [Great Rivers' 2018. Proceedings of the Scientific Congress of the 20th International Scientific and Industrial Forum]. V 3-h tomah. Otv. Red. A.A. Lapshin. 2018. S. 103-106.

2. Kajdalova E.V. Osobennosti formirovaniya landshaftnyh ob'ektov v usloviyah ekstremal'nogo klimata (na primere Dubaya) [Features of the formation of landscape objects in extreme climate conditions (on the example of Dubai)] // Landshaftnaya arhitektura i formirovanie komfortnoj gorodskoj sredy. Materialy HV regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii: sbornik trudov [Landscape architecture and the formation of a comfortable urban environment. Materials of the XV regional scientific and practical conference: collection of works]. Nizhegorodskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet. Otv. red. O. P. Lavrova. 2019. S. 18-27.

© **Е. В. Кайдалова, 2023**

Получено: 02.12.2022 г.

УДК 72.01+711.424 (470.341)

А. А. ЗАЙЦЕВ, канд. архитектуры, ст. преподаватель кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

ФОРМИРОВАНИЕ РАЗНОВИДНОСТЕЙ КОНТЕКСТУАЛИЗМА КАК СТИЛИСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИЕМОМ СРЕДОВОЙ АДАПТАЦИИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950 г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65 тел.: (831) 430-17-37;
эл. почта: alekseyzaytsev83@yandex.ru

Ключевые слова: контекстуализм, градостроительная ситуация, историческая городская среда, городской ландшафт, прием адаптации, разновидность контекстуализма.



Анализируется набор характерных приемов адаптации, которые формируют новое здание в исторической среде. Ключевым оценочным критерием при этом является показатель, демонстрирующий насколько здание при использовании определенных наборов средовой адаптации удачно интегрировано в исторический контекст. Несмотря на условность оценочных характеристик, все же они позволяют выявить определенные закономерности в формировании взаимосвязей между новым и историческим окружением. Набор свойств, характеристик и приемов нового проектирования в исторической среде представляется возможным объединить в разновидности, среди которых можно выявить основные наиболее часто используемые.

Ежегодно в Нижнем Новгороде в исторической городской среде появляется большое количество новых зданий. Вопрос органичной интеграции этих зданий в исторический городской контекст становится одной из актуальных для архитектора. Архитектор использует различные приемы средовой адаптации и их комбинации на композиционном, колористическом и на стилистическом уровнях. Необходимость интеграции новых зданий в городской ландшафт также обуславливает будущую роль здания в структуре городской ткани – оно может выступить в качестве новой доминанты по отношению к окружению (к контексту), акцентом на замыкании улиц и площадей или же стать фоновым по отношению к среде. При этом исходная градостроительная ситуация играет ключевую роль [1, 2]. Если проектируемое в историческом контексте здание замыкает перекресток улиц или с градостроительной точки зрения представляет из себя акцентный объем по отношению к окружению, то его образное и композиционное решение может строиться на контрасте.

Задача средовой адаптации выглядит более комплексной, т. к. необходимо изначально определить систему взаимосвязей на уровне приемов контекстуальной адаптации по отношению к исторической среде, чтобы здание было органично вписанным в городской контекст. Поэтому последовательная система интеграции здания в процессе проектирования на двух уровнях – существующей градостроительной ситуации и современных приемов адаптации – приводит архитектора к необходимости дифференцирования совокупности методов, которые он использует при проектировании в различных средовых ситуациях [3]. Данную совокупность методов можно объединить в разновидности контекстуализма, определяемых посредством средового анализа.

Разновидности контекстуализма, в свою очередь, обладая набором признаков, представляется возможным разделить по характеру их использования. В том случае, когда здание проектируется как элемент исторической среды используется набор стилистических, декоративных и образно-символических приемов адаптации. Одним из главных инструментов архитектора при интеграции здания в городской контекст, является стилеобразующее средство. Таким образом, формируются разновидности контекстуализма как метода адаптации с опорой на средства стилизации [4]. Контекстуализм становится носителем самостоятельных стилистических признаков наподобие постмодернизма. Рассмотрим разновидности контекстуализма на предмет их характерных особенностей и различий более подробно:

1. Контекстуализм композиционный – это включение нового здания в исторический контекст с учетом основных средств архитектурной композиции фасадов: горизонтальных и вертикальных членений, ритмических, метрических, масштабных отношений. Характерная особенность этой разновидности –



воспроизведение морфотипов конструктивных систем и объемных структур соседних зданий в проектируемом.

2. Контекстуализм историзирующий – разновидность, при которой новое здание входит в сложившийся архитектурный ансамбль или комплекс и стилистически коррелируется с исторически ценной застройкой или ее отдельными объектами. В данном случае архитектор часто прибегает к приему копирования и цитирования исторического декора. Данная разновидность характерна для формирования здания в исторической среде на основе нюансного дополнения к архитектуре исторического окружения. Здание взаимодействует со средой на уровне стилистических, композиционных, колористических приемов адаптации. Таким образом, создается впечатление ансамблевости, которое в основном проявляется на уровне декорирования фасадных плоскостей. При этом новое здание должно либо имитировать стилистику окружения, либо в модифицированной форме интерпретировать ее. При формировании контрастного варианта – обращение к частичному историзму, который выражается в форме цитат, упрощенного декора.

3. Контекстуализм стилизационный проявляет себя, когда новое здание лишь частично подчинено исторической среде на уровне стилистики, а архитектор применяет метод фрагментарного цитирования или свободной стилизации. Данная разновидность контекстуализма в большинстве случаев основывается на стилистической картине окружения, подвзывается к окружению мелкой пластикой фасадного декора [5]. Применяются приемы стилистической, декоративной, а иногда и образно-символической адаптации при корреспонденции нового здания к историческому контексту. Новый объект в большинстве случаев носит соподчиненный характер по отношению к среде, является нюансным дополнением окружения.

4. Контекстуализм региональный (традиционный) применяется, когда архитектор при проектировании нового здания учитывает любые традиции конкретного места для достижения единообразия с исторической средой. Данная разновидность может быть решена как при использовании приемов нюанса, так и контраста. Новое здание взаимодействует с окружением на уровне фасадного декора: орнаментальной пластики, традиционных для данного региона декоративных элементов или мотивов. Важное значение имеет применение традиционного для данного региона строительного материала с характерными текстурой и колоритом.

5. Контекстуализм природный применяется, когда новое здание необходимо органично и тактично вписать в природный или городской ландшафт. Этот вид взаимодействия со средой основывается на ряде основных приемов адаптации: композиционном, морфологическом, семиотическом, колористическом. Эта разновидность наиболее адаптивна и универсальна, т. к. композиционно соподчинена существующему городскому ландшафту или рельефу местности. Архитектор лишь выявляет при анализе наиболее характерные объемно-пространственные и композиционные связи и закономерности построения в существующей среде. При этом новое здание подстраивается под композиционные и метрические параметры среды. В некоторых случаях здание может служить доминантой в данном окружении. Здание на колористическом уровне может впитывать в себя цветовую гамму окружающей среды и использовать подобные материалы на фасадных плоскостях, тогда мы получаем решение, построенное на нюансе. Но может быть решение контрастным по отношению к среде как по колориту, так и по используемым материалам.



6. Контекстуализм образно-символический, взаимодействующий с существующим контекстом на уровне ассоциаций и образных характеристик (когда новое здание, обладая индивидуальным образным решением, передает образ и «дух» конкретного места). Эта разновидность наиболее часто применяется при создании уникальных архитектурных произведений, требующих смелых образных новаторских решений. Когда образ здания связан либо с ассоциативным кодом, символом, знаком, характерным для данного региона или страны, либо с историческим событием, когда-либо происходившим на данном месте или в данном регионе, или является интерпретацией и трансформацией определенных архетипов. При этом в руках архитектора, с одной стороны, полная свобода в части образного решения и применяемых материалов, а с другой – на композиционном и на колористическом уровнях здание должно взаимодействовать со средой.

7. Контекстуализм орнаментально-декоративный применяется, когда необходимо вписать новое здания в историческое окружение на уровне традиционной архитектурной орнаментики или современных вариаций на тему регионального декора. Характерные черты этой разновидности заключаются в том, что основой взаимодействия исторической среды и нового здания служит повторяющийся орнаментальный мотив на фасадах, широкое использование декора, не заимствованного из какого-либо исторического стиля. Мелкая орнаментальная пластика фасадного декора создает необходимую плотность на фасадных плоскостях проектируемого здания, что сближает его с историческим окружением. Большое значение уделяется тактильной зоне, которая обычно располагается на уровне человеческого роста. Подобные объекты также вписываются в историческую застройку на основе композиционных приемов построения: общей карнизной линии, метрических закономерностей и т. п.

Разновидности контекстуализма, которые не так часто встречаются при формировании нового здания в исторической среде, т. к. в основе своей являются собой симбиоз гибридных схем взаимодействия со средой как на основе нюансного дополнения к данной среде, так и при выявлении образного решения, контрастного по отношению к окружению. Данные виды контекстуального взаимодействия со средой в большей мере возможно обозначить как средовая адаптация, она в основе своей использует лишь композиционные приемы адаптации:

1. Контекстуализм структурно-морфологический применяется, когда проектируемое здание демонстрирует подход к формообразованию, в основе которого лежит композиционная игра с объемами, приводящая порой к созданию деконструкции, вседозволенности или абстрактной декорации. Проектируемое здание ведет определенный диалог с контекстом, например, на колористическом уровне. Эта разновидность также характерна для создания контрастных модернистских решений. При выявлении взаимосвязей с окружением архитектором иногда подчеркиваются структурные элементы на фасадах нового здания, которые по формообразованию характерны для окружающей исторической застройки.

2. Контекстуализм типологический используется архитектором, когда новое здание необходимо встроить в существующий ряд окружающей застройки, который обладает идентичной планировочной структурой или с подобным функциональным наполнением. При проектировании на основе нюансного дополнения планировочная структура нового здания полностью или почти полностью соответствует окружению, что находит свое отражение и в объемном решении, и на фасадах здания.

3. Контекстуализм тектонический учитывает особенности конструктивного



построения окружающей застройки, которые зрительно находят отражение на уровне фасадного декора в проектируемом здании. Используются современные строительные и облицовочные материалы, при этом важно избегать эрзаца, когда новый материал смотрится искусственно и визуально не передает свойств и характеристик исторического аналога, применяемого в исторической среде. Примером может служить использование приема фахверка, когда большинство зданий в исторической среде выполнены с использованием этого тектонического приема.

Выводы:

В рассматриваемой статье обозначается иерархическая последовательная система формирования разновидностей контекстуализма, в основе которой лежит методика средового подхода. Данная методологическая система основывается на приемах адаптации, посредством которых осуществляется интеграция нового здания в городскую среду. Выстраивается методологическая система, в которой на начальной стадии архитектор определяет приемы адаптации, при помощи которых он будет интегрировать новое здание в историческую городскую среду. Далее в данном наборе архитектор определяет главные приемы контекстуальной адаптации, которые он планирует использовать. Это стадия предпроектного анализа и поиска стилистического и образного решения. На третьей стадии архитектор вписывает новое здание в окружение. Набор приемов средовой адаптации в процессе проектирования и создания образного решения здания может меняться в зависимости от ситуации и окружающего контекста.

Определенный набор приемов средовой адаптации, применяемых в определенных градостроительных ситуациях возможно объединить в разновидность контекстуализма. Разновидности контекстуализма формируют стилистическое течение, главной отличительной особенностью которого служит интеграция нового здания в историческую среду. На практике это находит свое отражение в виде архитектурного произведения, спроектированного в конкретной исторической среде. Данное стилистическое течение наиболее близко к постмодернизму, который так же вольно трактовал различные исторические реминисценции, но при этом всегда достаточно тактично вписывался в исторический контекст.

Также становится возможным обозначить принцип преемственности от перехода общего ансамблевого подхода к проектированию в городской среде, к более конкретному адресному, контекстуальному.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации : ГК РФ : Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ : [принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года : одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года] : [редакция от 19 декабря 2022 года] : [с изменениями и дополнениями, вступающими в силу с 11.01.2023]. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.
2. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 № 73-ФЗ : Федеральный закон Российской Федерации от 24 июля 2007 года № 221-ФЗ : [принят Государственной Думой 24 мая 2002 года : одобрен Советом Федерации 14 июня 2002 года] (последняя редакция). – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.
3. Дженкс, Ч. Язык архитектуры постмодернизма / Ч. Дженкс ; перевод с английского А. В. Рябушина, М. В. Уваровой ; под редакцией А. В. Рябушина, В. Л. Хайта. – Москва : Стройиздат, 1985. – 137 с. : ил. – Текст : непосредственный.



4. Реставрация памятников архитектуры : учебное пособие для вузов / С. С. Подъяпольский, Г. Б. Бессонов, Л. А. Беляев, Т. М. Постников ; под общей редакцией С. С. Подъяпольского. – Москва : Стройиздат, 1988. – 264 с.: ил. – ISBN 5-274-00009-6. – Текст : непосредственный.

ZAYTSEV Aleksey Aleksandrovich, candidate of architecture, senior teacher of the chair of history of architecture and architectural design fundamentals

FORMATION OF A VARIETY OF CONTEXTUALISM AS A STYLISTIC TREND ON THE BASIS OF ENVIRONMENTAL ADAPTATION TECHNIQUES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37; e-mail: alekseyzaytsev83@yandex.ru

Key words: contextualism, urban planning situation, historical urban environment, urban landscape, adaptation technique, variety of contextualism.

The article analyzes a set of characteristic adaptation techniques that form a new building in a historical environment. The key evaluation criterion, in this case, is an indicator showing how well the building, when using certain sets of environmental adaptation, is successfully integrated into the historical context. Despite the conditionality of evaluative characteristics, they nevertheless allow us to identify certain patterns in the formation of relationships between the new and historical environment. A set of properties, characteristics and techniques of new design in a historical environment can be combined into varieties, among which it is possible to identify the main most commonly used ones.

REFERENCES

1. Gradostroitelny kodeks RF [Town-planning Code of the Russian Federation]: GK RF : Federalny zakon RF ot 29.12.2004 g. № 190-FZ : prinyat Gos. Dumoy 22.12.2004 g. : odobren Sov. Fed. 24.12. 2004 g. : red. ot 19.12.2022 : s ismen. i dopol., vstupivshimi v silu s 11. 01. 2023. – URL: <http://www.consultant.ru>.

2. Ob obektakh kulturnogo naslediya (pamyatnikakh istorii i kultury) narodov Rossiyskoy Federatsii [About the objects of cultural heritage (historical and cultural monuments) of the peoples of the Russian Federation] ot 25.06.2002 № 73-FZ : Federalny zakon RF ot 24 iyulya 2007 goda № 221-FZ : prinyat Gos. Dumoy 24 maya 2002 goda : odobren Sov. Fed. 14 iyunya 2002 g. (poslednyaya redaktsiya). – URL: <http://www.consultant.ru>.

3. Jencks C. Yazyk arkhitektury postmodernizma [The Language of post-modern architecture]; perevod s angl. A. V. Ryabushina, M. V. Uvarovoy; pod red. A. V. Ryabushina, V. L. Khaita. – Moscow: Stroyizdat, 1985. – 137 p., ill.

4. Restavratsiya pamyatnikov arkhitektury [Restoration of monuments of architecture] : uch. posobie dlya vuzov / S. S. Podyapolskiy, G. B. Bessonov, L. A. Belyaev, T. M. Postnikov ; pod red. S. S. Podyapolkogo. – Moscow: Stroyizdat, 1988. – 264 p., ill. – ISBN 5-274-00009-6.

© А. А. Зайцев, 2023

Получено: 02.12.2022 г.



УДК 712.4: 692.47(443.611)

Т. В. КИРЕЕВА, канд. филос. наук, доц., проф. кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства

РЕВИТАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ЛИНЕЙНЫЕ И ВИСЯЧИЕ САДЫ И ПАРКИ. ЧАСТЬ I. ОПЫТ ПАРИЖА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-93-92;
эл. почта: tkireeva2005@yandex.ru

Ключевые слова: «зеленые» кровли, висячие сады, озеленение эксплуатируемой кровли, ревитализация железнодорожной инфраструктуры, сады на искусственном основании, линейный парк.

Рассмотрены вопросы ревитализации территории бывшей железнодорожной инфраструктуры для создания «висячего» сада и линейного парка. Описаны принципы и приемы создания линейного парка и сада на искусственном основании виадука. Отмечена роль озеленения и благоустройства территории линейного парка, который воссоздает культурно-историческую среду района и формирует зеленую линию городского экологического каркаса.

В работе использованы фотографии автора.

Экологическое проектирование городской среды сегодня наиболее востребовано, его главной целью является создание устойчивого, сбалансированного городского ландшафта – зеленого каркаса, при включении в ландшафт природной составляющей. Непрерывность зеленых пространств должны обеспечить линейные компоненты, связывающие отдельные пятна-узлы в единую систему, что является принципом организации зеленого каркаса [1].

К линейным компонентам относятся протяженные структуры городских парков, бульваров, набережных, а в последнее время – линейные сады и парки на разных уровнях и эксплуатируемых кровлях, а также линейные парки на бывших автомобильных или железнодорожных эстакадах. Общей характеристикой линейности является то, что длина значительно превышает их ширину.

В XXI веке, при выявленной недостаточности свободных городских территорий, целью создания нового парка устойчивого типа становится ревитализация и экореабилитация территорий [2]. В связи с чем опыт создания висячего сада и надземного линейного парка Променад Планте (*Promenade Plantée*) в 12-м округе Парижа, на территории бывшей Венсенской железнодорожной ветки, заслуживает нашего внимания.

Это был первый в мире широкомасштабный проект ревитализации железнодорожной инфраструктуры протяженностью в 4,5 км под устройство линейного парка. Третья часть парка располагается на историческом виадуке в виде висячего сада, который был открыт в 1993 г., т. е. на 16 лет раньше (2009 г.) знаменитого висячего сада Хай-Лайн (*High Line*) на железнодорожной эстакаде Нью-Йорка, авторы которого вдохновились идеей парижского Променад Планте и использовали его положительный опыт [3]. И если Хай-Лайн – часть урбанистической культуры Нью-Йорка, то Променад Планте уже давно стал неотъемлемой частью «Зеленого пояса» Парижа, опоясывающего центр французской столицы (рис. 1 цв. вклейки).

История. В 1853 году частной железнодорожной компании Париж-



Страсбург была предоставлена концессия на строительство линии общественного транспорта до площади Бастилии. При условии, что полотно железнодорожной ветки не должно иметь значительных уклонов, при проектировании и строительстве учли значительные перепады городского рельефа в 70 м: часть пути прошла в выемке котлована, часть в уровне прилегающих улиц, а последний отрезок бульвара Доминиль от улицы Рамбуе до вокзала на площади Бастилии проходил по специально возведенному сводчатому арочному мосту-виадуку (рис. 2 цв. вклейки). Виадук длиной 1200 м, высотой около 10 м, состоящий из 67 каменных арок [4], был построен по проекту архитекторов Эмиля Вигнера (*Émile Vuigner*) и Альберта Бассомпьер-Севрена (*Albert Bassompierre-Sewrin*) [5].

Железнодорожная линия, открытая в 1859 г. и проработавшая более 100 лет, была выведена из эксплуатации в декабре 1969 года, не выдержав конкуренции с сетью нового скоростного движения *RER*, и встал вопрос о дальнейшей судьбе старой железнодорожной ветки и виадука.

Методы ревитализации. В 1970-х парижская мастерская градостроительства A. P. U. R. (*l'Atelier Parisien d'Urbanisme*) начала работу по ревитализации объекта [6] – перестройке и поиску идеи нового использования территории железнодорожного вокзала и виадука с целью «оживления» городского пространства за счет создания новой качественной среды, расширения возможностей для творческого и профессионального развития, активной социализации [7].

Основной принцип ревитализации – раскрытие новых возможностей старых территорий и построек при сохранении, аутентичности, идентичности и исторических ресурсов городской среды [8]. Авторы должны действовать с учетом сохранения и поддержания идентичности ландшафта [9], использовать методы и приемы выявления национальных черт архитектуры, дизайна и ландшафтного дизайна, для формирования коллективной идентичности. В процессе работы рассматривался также вопрос ликвидации виадука, но он был отклонен [6], т. к. окружающая застройка за пределами виадука вызвала бы диссонанс в сложившейся панораме бульвара Доминиль.

В 1987 г. парижский совет утвердил принципы проектирования бульвара *Promenade plantae* как «прогулка с деревьями» и принял решение о приобретении полос отвода заброшенных железнодорожных линий, что позволило перейти на проектирование всей территории в виде линейного парка протяженностью 4,5 км от пл. Бастилии до Венценского леса, заложив основу зеленой линии городского экологического каркаса. Ревитализация виадука, закончившаяся в 1989 г., архитектором Патриком Бергером (*Patrick Berger*) [4], воссоздала прежний образ архитектурного строения из 45 кирпичных арок и придала ему новую функцию – здесь расположились творческие мастерские, магазины художников и ремесленников что было отражено в названии – «Виадук искусств» (*“Le Viaduc des Arts”*) (рис. 1, 5 цв. вклейки). Элементы конструкции виадука сохранили аутентичные маркеры исторической архитектуры, что важно для развивающегося пространства новой социально-культурной среды [2].

В 1993 г. на виадуке открыли бульвар-променад с висячим садом. Над проектом работали архитектор Филипп Матье (*Philippe Mathieux*) и ландшафтный архитектор Жак Вержели (*Jacques Vergely*) (рис. 3, 4 цв. вклейки) [6]. Создание висячего сада представляет для нас наибольший интерес и ему посвящена большая часть исследования.

Это был первый участок будущего линейного парка протяженностью 4,5 км и общей площадью 3,7 га, работа над которым продолжалась с 1987 по 2000 год.

**К СТАТЬЕ Т. В. КИРЕЕВОЙ «РЕВИТАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ЛИНЕЙНЫЕ
И ВИСЯЧИЕ САДЫ И ПАРКИ. ЧАСТЬ I. ОПЫТ ПАРИЖА»**



Рис. 1. Париж. Вид на висячий сад Promenade plantée по бульвару Доминиль в Париже [6]



Рис. 2. Виадук Венсенской железнодорожной ветки. Фото 60-х г. XX в.



Рис. 3. Эскизы проекта висячих садов с устройством садовых комнат. Арх. Филипп Матье, ландшафтный арх. Жак Вержели [6]

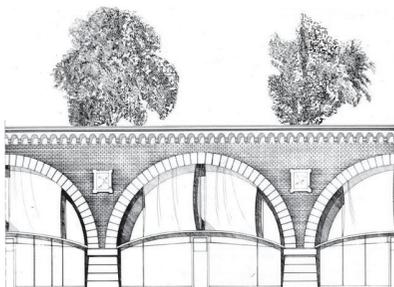


Рис. 4. Схема посадки деревьев в опорные столбы виадука [6]



Рис. 5. Участок 1. Историческая часть виадука «Le Viaduc des Arts» с мастерскими художников



Рис. 6. Арки, берсо фиксируют основную ось – главную дорожку променада и вход в садовые комнаты



Рис. 7. Садовая комната окружена плотной посадкой стриженных кустарников



Рис. 8. Сад роз. Плетистые розы на колоннах. Фото 2014 г. [13]



Рис. 9. Лианы на колоннах в бывшем саду роз. Фото 07.2022 г.



Рис. 10. Редкие теперь кусты плетистых роз на колоннах Филиппа Матье



Рис. 11. Деревья окружают променад и создают иллюзию леса



Рис. 12. Смотровая площадка и бамбуковая роща.



Рис. 13. Сад Эктора Мальо



Рис. 14. Современная архитектура участка нового стилобата всячего сада



Рис. 15. Планировка и озеленение всячего сада на стилобате



Рис. 16. Водный канал на участке стилобата



Рис. 17. Участок 2. Сад Рейи. Мост над поляной



Рис. 18. Продолжение парка на бульваре Вивальди



Рис. 19. Участок 3. Зеленые склоны начинается от туннеля Релли



Узкая полоска парка не является однородной, т. к. имеет разную конструктивную основу, ландшафт, вертикальную планировку и функцию, умело вписанную в сложившуюся ткань исторического города. Она соединяет четыре прилегающих к ней парка (3,3 га), что увеличивает общую площадь зеленой зоны до 7 га, а также несколько мостов и тоннелей.

На основе натурного обследования территории, проведенного автором в июле 2022 г., анализа планировочного решения и литературных источников [10], **линейный парк можно разделить на три участка** по принципу конструктивной и ландшафтно-пространственной общности:

Участок 1. Висячий сад «Виадук искусств» начинается недалеко от площади Бастилии и проходит по виадуку длиной 1200 м и шириной 9 м. Это сад на искусственном основании специальной конструкции (рис. 4, 5 цв. вклейки), что по классификации зеленых кровель соответствует определению «висячий сад» [11].

Планировка сада вызывает разные ассоциации и оценки: одни исследователи сразу определяют регулярный тип французского городского парка XIX века [12], другие характеризуют его как «упрощенный сад в стиле а-ля француз» [13], а по оценке В. В. Дормидонтовой: «Променад растений можно отнести к талантливым произведениям постмодернизма. Их композиции являются результатом осмысления и оценки связи с прошлым в ландшафтном дизайне» [14, с. 5]. Узость виадука определила единую композиционную и планировочную ось – пешеходную аллею – «истинно парковую дорогу» [1, с. 58] (рис. 6 цв. вклейки), окруженную стриженными изгородями, высокими деревьями и (первоначально) большим разнообразием роз в «огороженных садах» [6], (садовых комнатах [1, с. 58]). Садовые комнаты решены как небольшие пространства с центральным акцентным элементом в виде клумбы или солитера (рис. 7 цв. вклейки). Аутентичные сады расположены на равном расстоянии друг от друга, но с разными темами: сад стриженных изгородей, белый сад, решетчатый сад, сад с колоннами роз (рис. 8 цв. вклейки).

В проекте деление пространства на садовые комнаты предполагалось устроить в стиле Ленотра за счет высоких стриженных зеленых стен и арок (рис. 3 цв. вклейки). В итоге эту функцию выполняют металлические конструкции Филиппа Матье [15]: арки, колонны, трельяжи и берсо, увитые лианами и плетистыми розами (рис. 8, 9, 10 цв. вклейки). Форма и конструкция этих элементов выдержана в духе постмодернизма, что еще раз подтверждает определение, данное В. В. Дормидонтовой: «В них прослеживаются современные остроумные и веселые трактовки исторических приемов, цитируются элементы, однако, в непривычном контексте, иногда ироничном и гротескном» [1, с. 5]. Сад с колоннами роз один из самых ярких: французский шик – соединить жесткость лаконичной, геометрической формы постмодерна с хрупкой нежностью благоухающей розы (рис. 8 цв. вклейки) ... так было еще семь лет назад. Но сегодня, в условиях ухудшения климата, летней жары и повышенной рекреационной нагрузки, розы постепенно заменяются на более устойчивые растения и лианы (рис. 9 цв. вклейки). И надо отметить, что облик сада не яркий, не цветочный, а зеленый: преобладают деревья и кустарники, а также высокие травы и злаки. И эти растения не считаются сорными, они выполняют свою экологическую роль поддержания природы в городе.

Участки плотных посадок закрытого типа дают тень и прохладу посетителям, спасая их от летнего зноя. В формировании зеленых насаждений и древесно-кустарниковых композиций использованы липы, клены, платаны, вишневые деревья, катальпы, цветущие кустарники. Они защищают от шума городских улиц



и создают иллюзию пребывания в лесу, что важно для горожанина (рис. 11 цв. вклейки). Открытые пространства площадок (рис. 12 цв. вклейки), позволяют взглянуть на окружение, архитектуру зданий, а далее бамбуковая роща сужает пространство, нависает и создает эффект берсо – французское изобретение XVII века.

Игра пространств – важный принцип линейной композиции, и на смену прохлады бамбуковой рощи приходит солнечная площадка над садом Эктора Мальо, расположенным на уровне улицы. Расширение пространства линейного парка за счет прилегающих зеленых территорий, обладающих дополнительной функцией – один из главных принципов организации линейного парка. Парк Променад Планте имеет четыре прилегающих сада и первый из них – Сад Эктора Мальо архитектора Андреас Кристо-фору (*Andréas Christo-Foroux*) имеет зону отдыха и спорта (рис. 13 цв. вклейки) [6].

Между улицами Рамбуйе и Шарантон виадук заканчивался и променад должен был проходить по земляной насыпи длиной около 350 м. Насыпь заменили на здания с объединяющим стилобатом в стиле постмодерна, где ритм вертикалей в привязке к аркам виадука сохранил исторический масштаб архитектуры и природной составляющей [16], что важно для поддержания идентичности места [9] (рис. 14 цв. вклейки).

Новая конструкция опоры дала новое решение висячего сада. По главной оси расположились два водных канала, а пешеходные дорожки прижаты к краям, что внесло неожиданной диссонанс в схему променада (рис. 15 цв. вклейки). Первоначально берега вдоль каналов украшали рабатки лаванды и белых роз, но сейчас они заменены на более устойчивые растения (рис. 16 цв. вклейки).

Висячий сад с высокими деревьями различных пород, производит впечатление настоящего сада благодаря правильно выбранному приему посадки деревьев на несущих опорах виадука с шагом 10 м, где глубина грунта достигает 1,6 м (рис. 4 цв. вклейки). Для остального сада толщина почвенного слоя над арками – 1 м [17]. Плотные посадки кустарников, многообразие многолетних и цветущих растений дополнили образ природного объекта в центре столицы. Висячий сад заканчивается открытой площадкой и широкой лестницей по террасированному зеленому склону.

Участок 2. Ландшафтный линейный парк. Далее участки 2 и 3 линейного парка проходят по естественным ландшафтам с учетом существующего рельефа и вертикальной планировки.

Променад продолжается над садом Рейи (*Jardin de Reuilly*) по арочному мосту оригинальной металлической конструкции архитектора Пьера Коллока (*Pierre Colloc*, 1986 г.) над зеленой лужайкой газона площадью в 15 200 м² (рис. 17 цв. вклейки). Ее окружают террасы и тематические сады с пышной растительностью. Это важный композиционный узел ландшафтной линейной композиции. Променад продолжается на восток по аллее Вивальди (*Allée Vivaldi*) в уровне городских улиц современной застройки. Бульвар решен в городском французском стиле – жесткие прямоугольники стриженных кустарников обрамлены невысокими заборчиками, липы задают ритм движения (рис. 18 цв. вклейки).

Участок 3. Линейный парк в земляной выемке создан для сохранения горизонта железнодорожной ветки в возвышенном рельефе города и начинается с туннеля *Reuilly* (рис. 19 цв. вклейки). Высокие деревья на откосах формируют закрытый тип пространства, где город исчезает, и тишина создает впечатление, что вы находитесь в другом месте, вдали от шума и городской суеты. Пышная растительность устойчивых региональных видов призвана сохранить «природный



ландшафт» исторического города.

Еще три туннеля соединяют зеленые отрезки этого участка, где основное внимание уделяется сохранению и укреплению существующей естественной растительности на откосах. Перепад уровней, примерно в 7 м к улице Сахель, позволил организовать тенистый сквер с стриженными живыми изгородями, осевой, дальней перспективой. Парк заканчивается винтовой, металлической лестницей – апофеозом постмодерна, являющейся частью коллекции малых архитектурных форм Филиппа Матье [15].

Таким образом, линейный парк Променад Планте протяженностью 4,5 км и общей площадью зеленых насаждений 7 га является важной частью «Зеленого пояса» Парижа и начиная с 2013 г. он носит имя Рене-Дюмон в честь агронома, эколога Куле-верте Рене Дюмона (*Coulée verte René Dumon*) [18], известного своей борьбой за сохранение окружающей среды.

Выводы. Ревитализация территории бывшей железнодорожной инфраструктуры отвечает принципам проектирования парка линейного типа: деление пространства на отдельные фрагменты-участки, садовые комнаты; смена открытого и закрытого пространства; смена функций: трансформация променада в площадку для отдыха, или видовую площадку; взаимодействие с окружающим пространством посредством раскрытия боковых видов; присоединение прилегающих пространств парков; также использованы приемы ритма масштабных элементов пространства висячего сада и контраст жесткости форм арт-объектов и гибкости растений.

Линейный парк, созданный на исторических строениях железнодорожных путей, создает качественно новый уровень городской среды за счет применения методики экореабилитации среды: восстановления нарушенных связей между элементами зеленого каркаса; улучшает экологическое равновесие окружающей среды путем соединения его отдельных зеленых фрагментов в единый линейный парк; создает новый вектор безопасного, пешеходного движения в разрозненной городской ткани при этом используя неудобья, рельеф и сложившуюся городскую ткань; формирует новые, благоприятные пространства для туризма, социальной и культурной жизни района; создает баланс масштабов за счет введения природного компонента в городскую среду.

Ревитализация железнодорожного виадука и инфраструктуры бывших железнодорожных линий позволили создать сады и парки протяженного, линейного «Зеленого пояса» городского экологического каркаса и сохранили идентичность исторического парижского квартала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белкин, А. Н. Зачем Парижу Promenade plantae / А. Н. Белкин, В. В. Дормидонтова. – Текст : электронный // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2018. – Том 22, № 1. – С. 58–63. – DOI: 10.18698/2542-1468-2018-1-58-63.
2. Беркман, А. В. Некоторые аспекты анализа мирового опыта создания линейных парков / А. В. Беркман. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2019. – № 9 (3). – С. 594–605.
3. Фролова, Н. Имитация запустения / Н. Фролова. – URL: <https://archi.ru/world/17119/imitaciya-zapusteniya>. – Текст : электронный.
4. Patrick Berger Architecte. Archived from the original on 2007-12-12. – URL: <https://patrickberger.fr/Le-viaduc-des-arts-Paris>.
5. La réhabilitation du Viaduc des Arts. – URL: <https://www.pariszigzag.fr/balades->



excursions/balade-paris/rehabilitation-viaduc-des-arts.

6. Mathieux, P. La Coulee verte / Philippe Mathieux. – URL: <https://www.philippemathieux.com/promenade-plantee-paris-coulee-verte-rene-dumont>.

7. Демидова, Е. В. Реабилитация промышленных территорий как части городского пространства / Е. В. Демидова. – Текст : непосредственный // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. – 2013. – № 1. – С. 8–13.

8. Барабанов, А. А. Социально-культурные и семантические принципы ревитализации индустриального наследия / А. А. Барабанов. – Текст : непосредственный // Экопотенциал. – 2013. – № 3-4. – С. 237–248.

9. Egoz, S. Landscape and identity: Beyond a geography of one place / S. Egoz // Thompson, I. The Routledge companion to landscapestudies / I. Thompson, P. Howard, & E. Waterton. – London: Routledge, 2013. – P. 272–285.

10. Naray you. Reconversion d'une infrastructure de transport en jardin lineaire et suspendu dans un milieu urbain. 2016. dumas-01804161 31.05.2018. – URL: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01804161>.

11. Киреева, Т. В. Классификация зеленых и эксплуатируемых кровель / Т. В. Киреева. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 3 (63). – С. 140–146.

12. Constanze A. Petrow Gleisweldnis: Freiraumgestaltung mit Relikten der Industrialraais travelling idea zwischen Europa und Nordamerika / Constanze A. Petrow. – URL: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783839430880-006/html?lang=en>.

13. Antje Matern Urbane Infrastrukturlandschaften in Transformation / Antje Matern. – URL: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783839430880/html?lang=en>.

14. Дормидонтова, В. В. Характеристика современного этапа развития садово-паркового искусства / В. В. Дормидонтова. – Текст : электронный // Architecture and Modern Information Technologies. – URL: <https://marhi.ru/AMIT/2011/4kvart11/dormidontova/dormidontova.pdf>.

15. Mathieux, P. Mobilier urbain / P. Mathieux. – URL: <https://www.philippemathieux.com/mobilier-urbain>.

16. Landscapeidentity: Implications for policymaking / I. L. Ramos, F. Bernardo, S. C. Ribeiro, & Van Eetvelde, V. // Land Use Policy. – 2016. – № 53. – P. 36–43.

17. Une coulée verte sur la bonne voie 26 Jardins - Jardins de France 642 - Juillet-août 2016. – URL: <https://www.jardinsdefrance.org/coulee-verte-bonne-voie/>.

18. Vous avez dit "Coulée Verte René Dumont"? – URL: <http://belairsud.blogspot.com/archive/2020/week40/index.html>.

KIREEVA Tatyana Valentinovna, candidate of philos., associate professor, professor of the chair of landscape architecture and landscape construction

REVITALIZATION OF RAILWAY INFRASTRUCTURE FACILITIES INTO LINEAR AND HANGING GARDENS AND PARKS. PART I. THE PARIS EXPERIENCE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 433-93-92; e-mail: tkireeva2005@yandex.ru

Key words: "green" roofs, hanging gardens, landscaping of the exploited roof, revitalization of railway infrastructure, gardens on an artificial basis, linear park.

The article deals with the issues of revitalization of the territory of former railway infrastructure to create a "hanging" garden and a linear park. The principles and methods of creating a linear park and a garden on the artificial foundation of the viaduct are described. The role of landscaping the territory of the linear park, which recreates the cultural and historical environment of the district and forms the green line of the urban ecological framework, is noted.



REFERENCES

1. Belkin A. N., Dormidontova V. V. Zachem Parizhu Promenade plantae [Why does Paris need a Promenade plantee?]. *Lesnoy vestnik [Forest Bulletin]*. 2018. Vol. 22. № 1. P. 58–63. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-1-58-63.
2. Berkman A. V. Nekotorye aspekty analiza mirovogo opyta sozdaniya lineynykh parkov [Some aspects of the analysis of the world experience in creating linear parks] / *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost [News of higher educational institutions. Investment. Construction. Realty]*. 2019. № 9 (3). P.594-605.
3. Frolova N. Imitatsiya zapusteniya [Imitation of desolation]. URL: <https://archi.ru/world/17119/imitatsiya-zapusteniya> (data obrashcheniya 08.10. 2022).
4. Patrick Berger Architecte. Archived from the original on 2007-12-12.
5. La réhabilitation du Viaduc des Arts. URL: <https://www.pariszigzag.fr/balades-excursions/balade-paris/rehabilitation-viaduc-des-arts>.
6. Mathieux P. La Coulée verte. URL: <https://www.philippemathieux.com/promenade-plantee-paris-coulee-verte-rene-dumont>.
7. Demidova E. V. Reabilitatsiya promyshlennykh territoriy kak chasti gorodskogo prostranstva [Rehabilitation of industrial territories as part of urban space] // *Akademicheskii vestnik UralNIiproekt RAASN [Academic Bulletin of UralNIiproekt RAASN]*. 2013. № 1. P. 8–13.
8. Barabanov A. A. Sotsialno-kulturnye i semanticheskie printsipy revitalizatsii industrialnogo naslediya [Socio-cultural and semantic principles of revitalization of industrial heritage] // *Eko-potentsial [Eco-potential]*. 2013. № 3-4. P. 237–248.
9. Egoz S. Landscape and identity: Beyond a geography of one place. In I. Thompson, P. Howard, & E. Waterton (Eds.), *The Routledge companion to landscape studies*. London: Routledge, 2013. P. 272–285.
10. Naray you. Reconversion d'une infrastructure de transport en jardin linéaire et suspendu dans un milieu urbain. 2016. dumas-01804161 31.05.2018. URL: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01804161>.
11. Kireeva T. V. Klassifikatsiya zelyonykh i ekspluatiruemykh krovel [Classification of green and exploited roofs]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]*. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2022. № 3(63) P. 140-146.
12. Constanze A. Petrow. Gleisweldnis: Freiraumgestaltung mit Relikten der Industrialraia ais travelling idea zwischen Europa und Nordamerika. – URL: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783839430880-006/html?lang=en>.
13. Antje Matern (Hrsg.) *Urbane Infrastrukturlandschaften in Transformation*. – URL: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783839430880/html?lang=en>.
14. Dormidontova V. V. Kharakteristika sovremennogo etapa razvitiya sadovo-parkovogo iskusstva [Characteristics of the modern stage of the development of landscape art] // *Architecture and Modern Information Technologies*. – URL: <https://marhi.ru/AMIT/2011/4kvart11/dormidontova/dormidontova.pdf>.
15. Mathieux P. Mobilier urbain. URL: <https://www.philippemathieux.com/mobilier-urbain>.
16. Ramos I. L., Bernardo F., Ribeiro S. C., & Van Eetvelde V. Landscape identity: Implications for policy making. *Land Use Policy*. 2016, № 53. P. 36–43.
17. Une coulée verte sur la bonne voie 26 Jardins - Jardins de France 642 - Juillet-août 2016. URL: <https://www.jardinsdefrance.org/coulee-verte-bonne-voie/>.
18. Vous avez dit "Coulée Verte René Dumont"? – URL: <http://belairsud.blogspot.com/archive/2020/week40/index.html>.

© Т. В. Киреева, 2023

Получено: 02.12.2022 г.



УДК 72.01

Ю. И. ТАРАСОВА, канд. искусствоведения, доц. кафедры архитектуры

ПОНЯТИЕ «ИННОВАЦИОННАЯ АРХИТЕКТУРА» ЧЕРЕЗ ПРОЯВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЙ В ЕЕ МОРФОЛОГИИ

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А. Д. Крячкова»

Россия, 630099, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 38. Тел.: (383) 209-17-50, доб. 1424;
эл. почта: yitarasova@nsuada.ru

Ключевые слова: инновация, инновационная архитектура, архитектура, архитектурно-пространственная среда, морфология архитектуры.

Рассмотрено понятие «инновационная архитектура». Исследована степень влияния передовых инноваций в сфере архитектуры на ее пространственную структуру и организацию. Выявлен ряд из них, оказывающий значительное влияние на ее морфологию. Дано определение инновационной архитектуры.

Современный этап технологического развития общества, пришедшийся на первую четверть XXI столетия, обусловил активное внедрение инноваций во все сферы жизнедеятельности. Это проявляется и в архитектурно-пространственной среде, привнося в нее определенные качества и специфику. Благодаря чему, архитектура приобретает свойство инновационности и естественным образом становится инновационной.

Словосочетание «инновационная архитектура» пока не получило широкого распространения в профессиональной практико-ориентированной и научно-исследовательской среде. Чаще встречаются «инновации в архитектуре», «инновационные технологии в архитектуре», «архитектура и инновации» и т. п. Это объясняется, с одной стороны, невысокой степенью исследованности данной темы, хотя реализованных нововведений в архитектуре достаточно и пополняются они довольно быстрыми темпами и с не меньшей скоростью обновляются. Тем не менее вопрос еще не осмыслен и не проработан в должной степени, чтобы словосочетание смело вошло в оборот. С другой стороны, термин имеет довольно расплывчатое и еще неточное понимание, как и неоднозначное употребление. С этой целью требуется предупредить множественность прочтений и применений словосочетания «инновационная архитектура» на практике, а для этого раскрыть его понятие и дать определение с позиции научно-архитектурной деятельности. Кроме этого, в термине скрыта двусмысленность и даже определенная смысловая тавтология, с чем предстоит разобраться далее.

Таким образом, в силу известных процессов нового инновационно-технологического витка развития общества, связанных с внедрением новшеств и обновлений, понятие «инновационная архитектура» актуализируется в настоящее время, а его раскрытие требуется уже сейчас. Это утверждение подкрепляется и программой внедрения инноваций в архитектуру, заявленной РААСН [1, 2], что предопределяет появление инновационной архитектуры и соответствующего термина.

Исследуя инновации в архитектурной среде, появляется вопрос: что является инновационной архитектурой или почему архитектура может быть названа инновационной и при каких условиях? Только потому, что она формирует



пространство, в котором реализуются определенные инновации или такие процессы и технологии или же сама обладает таким свойством или их совокупностью? Раскроем упрощенно на примере библиотеки¹ – здания общественного, культурно-просветительного назначения (согласно СП 118.13330 Общественные здания и сооружения). Сегодня библиотека превратилась в медиатеку, то есть библиотеку, формируемую с учетом медиа-технологий, обеспечивающих процессы ее функционирования на высоком технологическом уровне. В случае, если эти медиа-технологии являются лишь технической начинкой пространства, не оказывая на него никакого влияния, назвать архитектуру такой медиа-библиотеки инновационной достаточно сложно. Но, когда такая «начинка» и ее внедрение требует трансформации пространства и его конфигурации под соответствующие параметры, архитектура медиатеки становится инновационной.

Следует отметить, что архитектурно-пространственная среда, созданная инновационными методами и технологиями, тоже относится к инновационной. Подразумевается, что результат такого подхода (объект архитектурной среды) имеет принципиально иные специфические характеристики и облик [4, 5]. И это особенно связано с новой и развивающейся цифровой методологией проектирования.

Также стоит учитывать иные новации или элементы новизны и нового взгляда на привычные вещи, не связанные напрямую с новыми технологиями, но привносящие опосредованно (на фоне внедрения существенных технологических нововведений, связанных с цифровизацией и нановнедрениями), в архитектурно-пространственную среду новое прочтение. Например, переход в планировочных решениях от жесткой ячеистой структуры к более гибкому и свободному пространству, соответственно от размещения каждой функциональной зоны (места) в отдельном помещении – к их интеграции в одном. Немаловажным оказалась и смена процессуального подхода в проектировании на сценарный. Сегодня сценарии целенаправленно выстраивают поведенческие нормы (торговые центры, развлекательные и т. п.). Подобные проявления в архитектуре тоже позволяют отнести ее к инновационной. И, опираясь на понимание инновации как именно мягкого обновления, а не сколько-нибудь резкого нововведения, следует расширить круг архитектурных объектов, имеющих право быть названными инновационными.

Архитектурно-пространственная среда по своей сущности предрасположена к инновационности, поскольку призвана отражать в себе передовые достижения человечества и даже больше – опережать запросы и потребности общества. Здесь важно отметить, что ее инновационность характерна для определенного момента или периода. Например, Эйфелева башня в Париже – инновационное изобретение, но для XIX века (1889 г. строительства), когда она стала отражением развития промышленности, последовавших технических достижений, возможностей и появления металлических конструкций, позволивших в строительстве покорить 300-метровую высоту. Сегодня, когда мы достигли почти 900 м в строительстве, таким показателем никого не удивишь. Инновационность для того времени достопримечательного сегодня сооружения является в настоящее время только лишь ярким примером, иллюстрирующим тот этап технологического развития

¹Библиотека (греч. βιβλίον – книга и θήκη – хранилище) – это учреждение, осуществляющее сбор, формирование и хранение множества документов, принадлежащих обществу в целом, его части или отдельному члену, обеспеченное материально-технически, предоставляемое пользователям с целью удовлетворения их информационных потребностей [3].



общества. Соответственно статус «инновационная архитектура» обязательно имеет временные границы, а период актуальности зависит и от скорости внедрения инноваций в архитектуру, и от продолжительности их действия (до следующего существенного обновления). Ускоряющийся поток нововведений XXI века и их влияние на архитектуру требует оперативного осмысления и раскрытия соответствующих понятий и терминов.

Перечислим основные направления инноваций текущего столетия в архитектурно-пространственной среде (на момент 2022 года) [6]:

- 1) устойчивое развитие (климатическая, эко- и «зеленая» архитектура);
- 2) социальные тренды (социо-ориентированная архитектура, исцеляющая и безопасная);
- 3) цифровая методология проектирования (генеративная, алгоритмическая, параметрическая архитектура);
- 4) инновационное формообразование и современные архитектурные стили (биоморфизм, параметризм, биоклиматическая архитектура);
- 5) информационные технологии проектирования (ТИМ-моделирование, ГИС-технологии, беспилотное и лазерное сканирование);
- 6) аддитивные технологии (3d-печать, инновационные материалы и прототипирование);
- 7) виртуальная и дополненная реальность.

Явные изменения свойств архитектурного объекта или среды под влиянием инноваций любого из перечисленных направлений позволяют отнести их к инновационной архитектуре. Проявления могут быть разной степени, возможно еле уловимой, или не лежащими на поверхности. Чтобы их зафиксировать, необходимо рассмотреть их воздействие на разные аспекты архитектурной сути объекта. Для этого перейдем к морфологии архитектуры – ее универсальному строению. Спектр составляющих здесь довольно широк, но остановимся на тех, которые определяют ее физические параметры и характеристики пространства – местоположение, функциональное зонирование, архитектурно-планировочные, объемно-пространственные, конструктивные, художественные и т. п. решения. Таким образом, примем следующие обозначения:

- «Место» (ситуация, планировочная организация земельного участка, благоустройство территории);
- «План» или планировка (функциональное и технологическое зонирование, функционально-планировочные решения);
- «Объем» (пространственное формообразование и композиция, объемно-пространственные решения);
- «Конструктив» или конструкция (конструктивная система, технология и материалы);
- «Облик» (архитектурно-художественное и декоративное оформление);
- «Образ» (философия и семантика – добавим помимо физических данных).

Проследим влияние перечисленных ранее инновационных направлений (поднаправлений) в сфере архитектуры на разные ее составляющие. В табл. 1 приведена оценка проявлений по 3-балльной шкале, где «0» – полное отсутствие проявлений, «1» – наличие проявлений (в размере 1-2 тезисов), «2» – значительное проявление (от 3 тезисов и выше, или это ключевой аспект архитектуры, в чем явно проявляются инновации). Тезисы сформулированы в обобщенной форме и отмечены в сносках.

В целях достижения определенной точности и достоверности оценка



проявления инноваций осуществлена на конкретных современных архитектурных сооружениях, попадающих в категорию высокотехнологичных инновационных решений. Критериями выбора, в первую очередь, стали указанная реализованная инновация («зеленая» архитектура, исцеляющая, аддитивная технология и т. д.) и год постройки (в приоритете – текущего года, далее – в обратном отсчете, но в пределах последнего десятилетия XXI века). Примеры инновационных архитектурных сооружений приведены на рис. 1–6 в табл. 2.

Таблица 1

Влияние инновационных направлений в архитектурно-пространственной сфере на морфологию архитектуры

Но- мер	Направление инноваций	Морфология архитектуры						Сумма баллов
		Место	План	Объем	Кон- структив	Облик	Образ	
		1	2	3	4	5	6	
1.1	Климатическая архитектура	1 ²	1 ³	1 ⁴	1 ⁵	0	0	4
1.2	Эко-архитектура	1 ⁶	1 ⁷	1 ⁷	1 ⁸	0 ⁹	2 ¹⁰	6
1.3	«Зеленая» архитектура	1 ¹¹	0	1 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	1 ¹⁵	7
2.1	Социо-ориентированная архитектура	0	2 ¹⁶	1 ¹⁷	0	0	0	3
2.2	Исцеляющая архитектура	0	1 ¹⁸	1 ¹⁸	0	2 ¹⁹	0 ⁹	4
2.3	Безопасная архитектура	0	1 ²⁰	1 ²⁰	2 ²¹	0	0	4

²Учет экономико-географического положения и климатических особенностей.

³С учетом гибкости – возможности трансформации и адаптации к изменяющимся обстоятельствам (вместимость, «портрет» пользователя и т. п.).

⁴Трансформируемость и эргономика.

⁵Выбор технологии, системы и материалов с учетом экологического подхода.

⁶Подбор и учет климатических условий и особенностей.

⁷С учетом энергоэффективности, компактность и др.

⁸Обязательное применение эко-материалов.

⁹Отчасти может быть проявлена.

¹⁰Отклик с окружающей природой.

¹¹Близость к лесным массивам, включение в благоустройство озеленения.

¹²Трансформация и конфигурация формообразования под возможности включения элементов озеленения (вставки на фасадах, террасы и пр.).

¹³Наличие технологий, позволяющих включать озеленение, растения и деревья в структуру фасада, кровли.

¹⁴Явное включение зеленых насаждений.

¹⁵Буквальное проявление в образе зелени.

¹⁶Обязательно появляется специфика в номенклатуре зон и помещений, их параметрах и связей между ними.

¹⁷Планировочная специфика отражается в объеме.

¹⁸Учет эргономичности пространства.

¹⁹Довольно специфична, могут проявиться био-стили.

²⁰Особенный учёт требований эвакуации.

²¹Новые способы огнезащиты и т.п.



Продолжение табл. 1

Но- мер	Направление инноваций	Морфология архитектуры						Сумма баллов
		Место	План	Объем	Кон- структив	Облик	Образ	
		1	2	3	4	5	6	
2.4	Реализующая условия дистанцирования	0	2 ²²	0	0	0	0	2
3	Цифровая методология проектирования	1 ²³	1 ²⁴	2 ²⁵	2 ²⁶	2 ²⁷	0 ⁹	8
4	Инновационное формообразование и современные архитектурные стили (на примере биоморфизма)	1 ²⁸	1 ²⁹	1 ³⁰	2 ²¹	1 ³²	1 ³³	7
5	Информационные технологии проектирования	0	0	2 ³⁴	0	0	0	2
6	Аддитивные технологии	0	0	0	1 ³⁵	1 ³⁶	0	2
7	Виртуальная и дополненная реальность	0	0	0	0	1 ³⁷	1 ³⁷	2
Сумма баллов		5	10	11	11	9	5	51

²²Планировка предполагает соответствующее зонирование и параметры помещений.

²³Расчет наиболее удачного местоположения, его выбор.

²⁴Расчет наиболее удачной конфигурации и положения зон и помещений друг относительно друга.

²⁵Вариативный ряд форм и сочетаний, а также большие возможности в апробации рациональности решений.

²⁶Специфичная технология.

²⁷Характерный облик и его вариации.

²⁸Близость к элементам природного происхождения: водные бассейны, леса, горы и др.

²⁹Отражение специфики процессов жизнедеятельности на конфигурации, форме и очертаниях.

³⁰Формообразование отражает органическую природу.

³¹Применение эко-материалов и материалов, позволяющих реализовать гибкие и плавные очертания.

³²Характерный для биологических организмов.

³³Существенное проявление мотивов и образов биоорганизмов.

³⁴Большие возможности в апробации рациональности решений.

³⁵В перспективе экономные решения.

³⁶Качественная апробация решений на прототипе.

³⁷Новый спектр возможностей по обогащению.



Анализ оценочных данных табл. 1 позволяет констатировать, что влияние различных инновационных направлений (инноваций) на морфологию архитектуры и архитектурную среду имеют разную степень проявления. Лидерами здесь являются цифровая методология проектирования (8 баллов в сумме), инновационное формообразование и «зеленая» архитектура (по 7 баллов). Инновации в большей степени отражаются на объемно-пространственном и конструктивном решении архитектурного сооружения (по 11 баллов).

Также можно сделать выводы, какое из направлений инноваций проявляется наиболее полно в архитектуре (то есть имеет наибольшее количество проявлений по ее составляющим) и какое наиболее явно (то есть имеет наибольшее количество высокого оценочного показателя). Итак, видно, что наиболее полно проявляются: инновационное формообразование и стили на примере биоморфизма (6 из 6 позиций), а также эко-, «зеленая» архитектура и цифровая методология проектирования (5 из 6 для каждой). Наиболее явно – цифровая методология проектирования (3 значения «2») и «зеленая» архитектура (2 значения «2»).

Инновации, оказывающие влияние на морфологию архитектуры, наделяют объект свойством инновационности, и такую архитектуру можно отнести к инновационной. Таким образом, *инновационная архитектура* – это архитектура, в морфологии которой проявляется свойство инновационности, а также произведенная инновационным способом и технологией. Примеры инновационной архитектуры см. в табл. 2.

Исследование проявлений инноваций в морфологии архитектуры позволило логически выйти не только на определение инновационной архитектуры, но и дало возможность предметно проследить и вывить направления нововведений, которые в значительной степени проявляются в архитектуре. Это эко-, «зеленая» архитектура, а также инновационное формообразование и цифровая методология проектирования. Последнее из указанных направлений как метод проектирования и создания архитектурно-пространственной среды подтверждает утверждение в определении, что инновационной может считаться архитектура, созданная инновационным методом. То есть методология проектирования, а в настоящее время – цифровая – предопределяет инновационность архитектуры, формируя и обеспечивая новые возможности в проектировании и специфику архитектурно-пространственной среды будущего.

Предлагаемое понятие инновационной архитектуры и выявленные инновационные направления, наиболее явно отражающиеся в архитектуре, актуализируют и обосновывают их приоритет для дальнейшего детального изучения в рамках исследования потенциала архитектурной среды на предмет ее инновационности.

Инновационная архитектура XXI столетия

	
<p>Рис. 1. Эко-архитектура: концепция эко-квартала в Каире, Египет Автор: Vincent Callebaut Architects [https://vincent.callebaut.org/zoom/projects/141029_thegate/thegate_pl009]</p>	<p>Рис. 2. «Зеленая» архитектура: комплекс Valley в Амстердаме, Нидерланды 2022 г. п. Автор: MVRDV [https://www.ivd.ru/news/dom-sad-v-amsterdame-stroyat-neobychnyj-zhiloj-kompleks-89932]</p>
	
<p>Рис. 3. Исцеляющая архитектура: больница San Raffaele в Милане, Италия. 2021 г. п. Автор: Mario Cucinella Architects [https://www.archdaily.com/981657/san-raffaele-hospital-mario-cucinella-architects/627a4498a8d7030165c36d74-san-raffaele-hospital-mario-cucinella-architects-photo]</p>	<p>Рис. 4. Аддитивная архитектура: дом Теcla, напечатанный на 3D-принтере, Италия. Автор: Mario Cucinella Architects [https://decor.design/dom-s-tehnologiej-tecla-i-glinoj-napechatannyj-na-3d-printere-mario-cucinella-architects/]</p>
	
<p>Рис. 5. Параметрическая архитектура: центр Zendai Himalayas в Нанкине, Китай. 2022 г. п. Автор: MAD Architects [https://artdecorium.ru/news/stroitelstvo-kompleksa-neboskrebov-gimalajskogo-centra-cendaj-blizitsja-k-zaversheniju/]</p>	<p>Рис. 6. Биоморфизм: международный центр культуры и искусств Мэйсику в Чанше, Китай. 2022 г. п. Автор: Zaha Hadid Architects [https://adcitomag.ru/v-kitae-blizitsya-k-zaversheniyu-stroitelstvo-mezhdunarodnogo-centra-kultury-i-iskusstv-mejsixu-po-proektu-zaha-hadid-architects/amp/]</p>



Инновационно-технологическое развитие современного общества отражается в качественных изменениях всего, что нас окружает. Архитектурная среда особым образом впитывает новшества и проявляет их в различных аспектах своего универсального строения – морфологии. Примеры реализованных инновационных архитектурных решений, в том числе пилотные проекты и концепции будущего [7] являются доказательством этих проявлений и позволяют применять к ним термин «инновационная архитектура». Следует помнить, что статус «инновационный» для сооружения или среды имеет временные ограничения и остается актуальным только для своего периода в истории. Сегодня, в период активного внедрения инноваций, словосочетание «инновационная архитектура», вошедшее и закрепляющееся в обороте, имеет все предпосылки стать профессиональным термином для последующего применения в сфере архитектурной науки и деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Травуш, В. И. Инновации и архитектура. Как стать творцом и новатором? / В. И. Травуш. – Текст : электронный // Актуально. – 2010. – № 4. – С. 7–16. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-i-arhitektura-kak-stat-tvortsom-i-novatorom/viewer> (дата обращения: 13.08.2021).
2. Травуш, В. И. Архитектура и инновации: доклад на сессии Общего собрания РААСН 20 мая 2010 года / В. И. Травуш. – Текст : электронный // Архитектура и строительство Москвы. – 2010. – Том 551, № 3. – С. 4–10. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_15219024_86003091.pdf (дата обращения: 10.11.2021).
3. Большая российская энциклопедия (БРЭ) : сайт. – Текст : электронный // Словарь: Библиотека. – URL: <https://bigenc.ru/education/text/1865455> (дата обращения: 20.07.2022).
4. Есаулов, Г. В. Влияние современных технологий на архитектурный образ зданий / Г. В. Есаулов. – Текст : электронный // Энергосбережение. – 2021. – № 6. – С. 4–7. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7914 (дата обращения: 04.08.2022).
5. Лапшина, Е. А. Неотектоника в образах современной архитектуры / Е. А. Лапшина, А. Ю. Лиханский. – Текст : электронный // Вестник инженерной школы ДВФУ. – 2016. – № 2 (27). – С. 79–90. – URL: <https://www.dvfu.ru/vestnikis/archive-editions/2-27/10/?ysclid=16kn82tup0680228830> (дата обращения: 08.08.2022).
6. Тарасова, Ю. И. Инновации в архитектурно-пространственной среде / Ю. И. Тарасова. – Текст : электронный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 1. – С. 167–175. – URL: <https://pnj.nngasu.ru/about/vacancies.php> (дата обращения: 25.07.2022).
7. Сапрыкина, Н. А. Новые подходы к формированию архитектурного пространства: инновационные концепции / Н. А. Сапрыкина. – Текст : электронный // Архитектура: наследие, традиции и инновации : Материалы Международной научной конференции, 26-27 февраля 2019. – Москва, 2019. – URL: <https://archi.ru/elpub/91994/novye-podkhody-k-formirovaniyu-arkhitekturnogo-prostranstva-innovacionnye-koncepcii> (дата обращения: 28.12.2021).

TARASOVA Yuliya Igorevna, candidate of art history, associate professor of the chair of architecture

THE DEFINITION OF «INNOVATIVE ARCHITECTURE» THROUGH THE MANIFESTATION OF INNOVATIONS IN ITS MORPHOLOGY

Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts
38, Krasny prospekt St., Novosibirsk, 630099, Russia. Tel.: +7 (383) 209-17-50; + 1424;
e-mail: yitarasova@nsuada.ru

Key words: innovation, innovative architecture, architecture, architectural and spatial environment, morphology of architecture.



The article considers the concept of «innovative architecture». The degree of influence of advanced innovations in the field of architecture on its spatial structure and organization is investigated. A number of them have been identified that have a significant impact on its morphology. The definition of innovative architecture is given.

REFERENCES

1. Travush V. I. Innovatsii i arkhitektura. Kak stat tvortsom i novatorom? [Innovation and architecture. How do you become a creator and innovator?]. Aktualno. 2010. № 4. P. 7–16. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-i-arkhitektura-kak-stat-tvortsom-i-novatorom/viewer> (data obrascheniya: 13.08.2021).
2. Travush V. I. Arkhitektura i innovatsii [Architecture and innovation]: doklad na sessii Obshego sobraniya RAASN 20 maya 2010 goda. Arkhitektura i stroitelstvo Moskvy. 2010. Vol. 551, №. 3. P. 4–10. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_15219024_86003091.pdf (data obrascheniya: 10.11.2021).
3. Bolshaya Rossiyskaya entsiklopediya (BRE) [The Large Russian Encyclopedia]: ofitsialny sayt / Slovar: Biblioteka. – URL: <https://bigenc.ru/education/text/1865455> (data obrascheniya: 20.07.2022).
4. Esaulov G. V. Vliyanie sovremennykh tekhnologiy na arkhitekturny obraz zdaniy [The influence of modern technologies on the architectural image of buildings]. Energoberezhenie [Energy saving]. 2021. №. 6. P. 4–7. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7914 (data obrascheniya: 04.08.2022).
5. Lapshina E. A., Likhansky A. Yu. Neotektonika v obrazakh sovremennoy arkhitektury [Neotectonics in the images of modern architecture]. Vestnik inzhenernoy shkoly DVFU [FEFU: School of Engineering Bulletin]. 2016. №. 2 (27). P. 79–90. – URL: <https://www.dvfu.ru/vestnikis/archive-editions/2-27/10/?ysclid=l6kn82tup0680228830> (data obrascheniya: 08.08.2022).
6. Tarasova Yu. I. Innovatsii v arkhitekturno-prostranstvennoy srede [Innovations in the architectural and spatial environment]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2022. № 1. P. 167–175. – URL: <https://pnj.nngasu.ru/about/vacancies.php> (data obrascheniya: 25.07.2022).
7. Saprykina N. A. Novye podkhody k formirovaniyu arkhitekturnogo prostranstva: innovatsionnye kontseptsii [New approaches to the formation of architectural space: innovative concepts]. Arkhitektura: nasledie, traditsii i innovatsii. Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii 26-27 fevralya 2019. Moscow, 2019. – URL: <https://archi.ru/elpub/91994/novye-podkhody-k-formirovaniyu-arkhitekturnogo-prostranstva-innovatsionnye-konceptii> (data obrascheniya: 28.12.2021).

© Ю. И. Тарасова, 2023

Получено: 21.10.2022 г.



УДК 72.01

С. В. НОРЕНКОВ, д-р филос. наук, проф. кафедры архитектурного проектирования; **В. В. ШИЛИН**, ст. преп. кафедры архитектурного проектирования; **Е. С. КРАШЕНИННИКОВА**, канд. филос. наук, доц. кафедры сервиса, туризма и менеджмента

АЛГОРИТМЫ ЯЗЫКА ГРАФО-ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ АРХИТЕКТУРНО- ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: arch@nngasu.ru

Ключевые слова: алгоритм, архитектурно-пространственная среда, графо-информация, моделирование, психофизиология, язык.

Предметом данной публикации являются исходные правила, принципы и алгоритмы прочтения языка графо-информационного моделирования именно в аспектах психофизиологии людей, создающих и потребляющих свое окружение.

В современной архитектурной практике и педагогике необходимо соучастие в создании и использовании архитектурно-пространственной среды обычными гражданами и проектировщиками, но требуется синхронный, коммуникативный перевод компетенций профессиональной подготовки специалистов и совершенствования культуры потребления людей. Психофизиология человека на всех этапах формирования и судьбы реализуемого архитектурного проекта позволяет по алгоритмам графического языка ориентироваться в хитросплетениях итогов сверхсложной организации архитектоники предметно-пространственной среды.

Язык грамотной информационной графики, с которого собственно и происходит зарождение будущих архитектурных проектов, а затем полноценных архитектурных произведений начинает востребоваться еще на стадии поступления абитуриентов на специальность архитектора. В современном профессиональном архитектурном творчестве, азы которого закладываются со студенческой скамьи, используется тематизированная графоаналитическая подготовка и графо-информационные средства отражения проектной реальности будущих объектов, подчиненных окружающей человека среде. Совершенно естественно, что именно со студенческих лет на одну и ту же тему будущие архитекторы предлагают свои, совершенно не похожие на другие решения одних и тех же типов объектов.

Рассматривая модели транзитивных переходов в совершенствовании архитектурной типологии, А. Л. Гельфонд пишет: «В большей степени это объясняется переходом на новую нормативную базу, еврокоды, зеленые стандарты, формирование новых документов, которые соединят требования международных стандартов и российских СНиП» [1]. В самом общем виде архитектоника авторской антропоморфологии сначала застывает, а затем отражается и преобразуется в психофизиологических свойствах и отношениях архитектурно-пространственной среды в цепях взаимодействий людей со своим окружением [3].

Психофизиология, зародившаяся в недрах философии и естествознания, имеет



сложный исторический путь своего становления и формирования. Развертывание и декодирование алгоритмов языка графического и информационного моделирования в самых разных аспектах отражений психофизиологии творцов и «публики» идет непрерывно по самым простым и сложным траекториям.

Одной из важнейших пружин значительных различий как внешнего вида, так и внутренней архитектурно-планировочной интерпретации пространств является психофизиология разных авторов. В любом архитектонически ориентированном высокопрофессиональном творчестве, где явно проявляется конкуренция, важным достоинством любого известного автора является его неповторимая индивидуальная композиционная одаренность, важная для многомерного функционирования сооружения. Выразительность в архитектурной деятельности начинается с самых первых эскизов авторов и тех смыслов, которые они пытаются отыскать при решении многочисленных задач архитектурного проектирования, дополненного решением задач гипертекста, баз данных, мультимедиа, «виртуальной реальностью». Модели как заместители природы в самых разных по минимальности ее представлений тоже начинаются с эскизов, фор-проектов, клазур (рис. 1, 2, 3 цв. вклейки).

Архитектурно-пространственная среда поэтапно создается, проходя стадии Технического Задания, Рабочего Проекта, Технической Документации, Авторского Надзора за Строительством, а затем живой жизни, сформированных пространств благодаря процессам потребления людей в их жизни и деятельности. Психофизиология людей включается в формирование архитектурных произведений и ансамблей на всех этапах. Способность авторского и смежных коллективов предвидеть то, как потребитель долгие годы будет жить и работать во вновь сформированных пространствах получает, по мнению В. С. Дущева, свою подпитку в творческом процессе со специфическими транзитивными, трансцендентными, трансцендентальными аспектами [2].

На всех этапах потребления архитектурно-пространственных сред графически-информационное моделирование предстает с одной стороны, как относительно идентичный слепок с главных проекций Проекта, а, с другой стороны, развертывается во множественных версиях безопасности, рекламы, информационных сообщений. В качестве обязательных атрибутов общественных пространств, в соответствии с нормативно-законодательными актами, даются схемы эвакуации при пожарной и иной опасности. Графические информационные модели развешиваются на всех этажах, чтобы люди реально знали, как им быстро спастись, найти укромное безопасное место. Нейролингвистическое программирование внедряется на каждом шагу современного человека на предметных пособиях. Н. Л. Прак называет идеалом новейших тенденций развития архитектуры «интегрированное общество», а драма – в восстановлении пространственного выражения образа жизни для анонимного клиента [4].

В качестве рекламных щитов, буклетов, информационных ограждений, пиктограмм и стендов есть пространства и объемы, по которым хорошо видно, где идут работы, находятся нужные помещения, расположены блоки товаров и услуг. Особенно выразительно это сейчас делается в торгово-развлекательных заведениях, в учреждениях административно-управленческого назначения. Приобретают популярность установки информационного ориентирования в многолюдных и сложно сформированных местах градостроительных комплексов. Графическая информация продвигается в коммерческих целях и для важных туристских маршрутов с точным указанием и сообщением о маршрутах и местах

**К СТАТЬЕ С. В. НОРЕНКОВА, В. В. ШИЛИНА, Е. С. КРАШЕНИННИКОВОЙ
«АЛГОРИТМЫ ЯЗЫКА ГРАФО-ИНФОРМАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ АРХИТЕКТУРНО-
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ»**

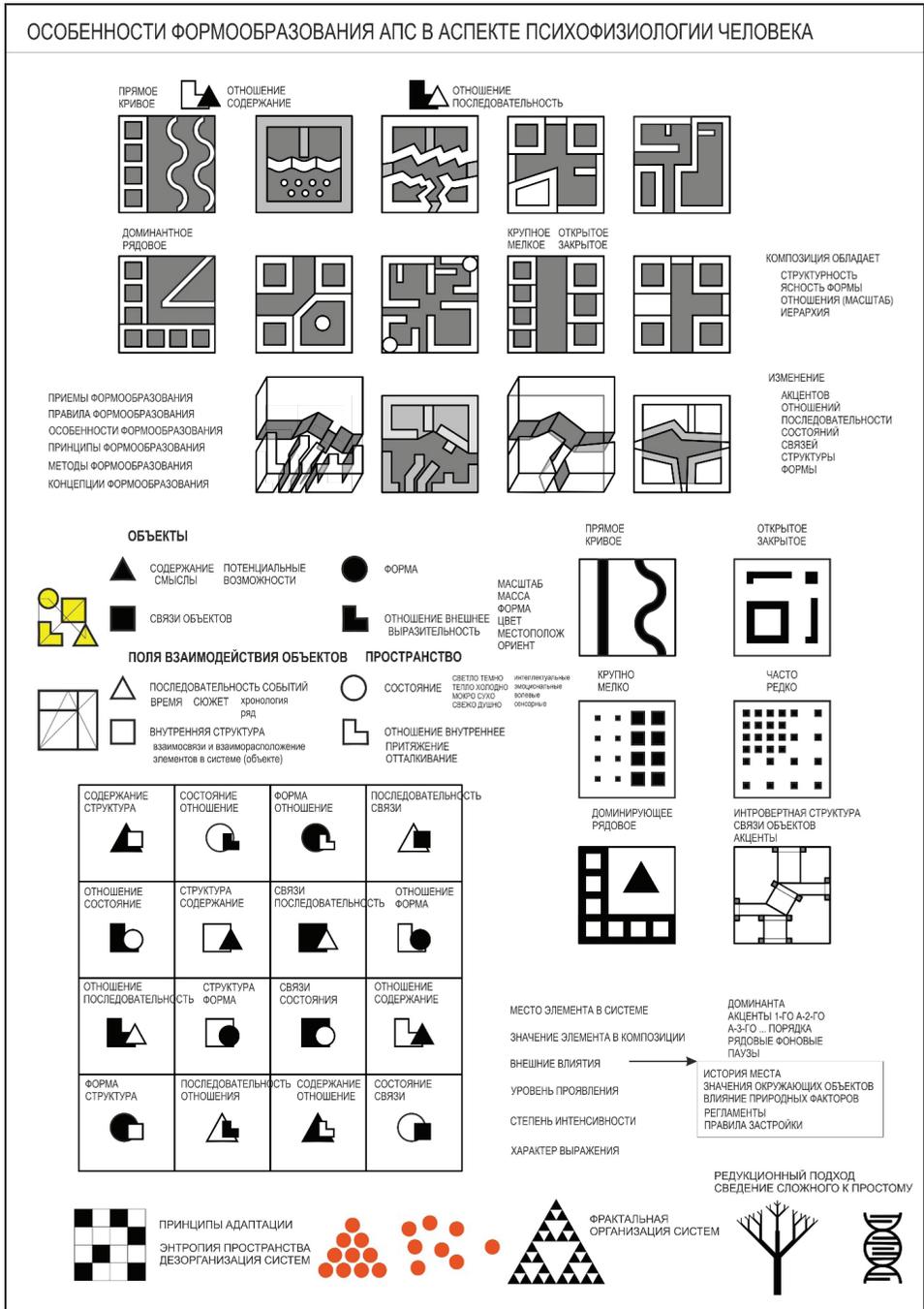


Рис. 1. Шилин В. В. Особенности формообразования АПС в аспекте психофизиологии человека

СООТНОШЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ КАЧЕСТВ АПС С ПСИХИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ЧЕЛОВЕКА



ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ВОСПРИЯТИЯ АПС



ОБРАЗ
СИНТЕЗ ЭЛЕМЕНТОВ В ЕДИНЫЙ ОБРАЗ
ГАРМОНИЗАЦИЯ
АССОЦИИАЦИЯ
СТИЛЬ

ПОСТЕПЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПРИЗНАКА

ОРИЕНТАЦИЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ РАСПОЗНАВАНИЕ
ВЫБОР АПС

ПО ПЕРВИЧНЫМ ПРИЗНАКАМ
ПО ВТОРИЧНЫМ ПРИЗНАКАМ
ПО ПРОСТЫМ СВОЙСТВАМ
ПО АССОЦИИАЦИЯМ - ОБРАЗАМ
ПО СТИЛИСТИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

ИДЕЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБРАЗ МЕТОД ХАРАКТЕР ПОРЯДОК СИЛА ФОРМА

▲ ПО СМЫСЛОВЫМ ЗНАЧЕНИЯМ
△ ПО ВРЕМЕНИ
■ ПО ХАРАКТЕРУ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
□ ПО ВЗАИМОСВЯЗЯМ - СТРУКТУРЕ
▣ ПО ХАРАКТЕРУ ОТНОШЕНИЙ
▤ ПО ХАРАКТЕРУ ВЫРАЖЕНИЯ
○ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ
○ ПО КОМФОРТНЫМ ОЩУЩЕНИЯМ



ОСОБЕННОСТИ ПСИХО-ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ АПС

ФОРМА

ВНУТРЬ - НАРУЖУ
ЛЕВОЕ - ПРАВОЕ
ВЕРХНЕЕ - НИЖНЕЕ
ВЕРТИКАЛЬ - ГОРИЗОНТАЛЬ
ФИГУРА - ФОН
СПЛИТНО - РАЗДЕЛЬНО
ПЛОТНО - РАЗРЕЖЕННО
МАССА - СТРУКТУРА
СТЕНА - ПРОЕМ
КРУПНО - МЕЛКОМАСШТАБНОСТЬ
МАСШТАБНАЯ НЕМАШТАБНАЯ
ТЕКТНИКА ДЕКОНСТРУКЦИЯ

СИЛА

АКТИВНОСТЬ - ПАССИВНОСТЬ
ЖЕСТКОСТЬ - МЯГКОСТЬ
СТАТИЧНОСТЬ - ДИНАМИЧНОСТЬ
ВОЗБУЖДЕНИЕ - ТОРМОЖЕНИЕ
ЖЕСТКО - ПЛАСТИЧНО
БЫСТРО - МЕДЛЕННО
ОРГАНИЧЕСКАЯ БИОНИЧЕСКАЯ
ПРИРОДНО-АДАПТИРОВАННАЯ
БЕЗОПАСНАЯ - ОПАСНАЯ
КОНТРОЛИРУЕМАЯ - НЕКОНТРОЛИРУЕМАЯ

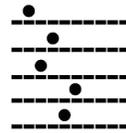
ИНФОРМАЦИЯ

ОБЫЧНО - ОРИГИНАЛЬНО
РАЗЛИЧИЕ - ТОЖДЕСТВО
ПРОСТОТА - СЛОЖНОСТЬ
ЯСНАЯ - НЕЯСНАЯ
ОРИЕНТИРОВАННАЯ
НЕОРИЕНТИРОВАННАЯ

ХАРАКТЕР

ЗАМКНУТОСТЬ - ОТКРЫТОСТЬ
ТЯЖЕЛОЕ - ЛЕГКОЕ
ДОМИНИРОВАНИЕ - АДАПТАЦИЯ
ИНЕРТНЫЙ - ПОДВИЖНЫЙ
УПОРЯДОЧЕННО - НЕУПОРЯДОЧЕННО
УРАВНОВЕШЕННОСТЬ - НЕУРАВНО
ГРУСТНО - ВЕСЕЛО МАЖОР - МИНОР
МЕХАНИЧЕСКИ - ЖИВО
РАЦИОНАЛЬНАЯ - ИРРАЦИОНАЛЬНАЯ
СЕРЬЕЗНАЯ - БЕСПЕЧНАЯ
СТРОГАЯ - СВОБОДНАЯ
ЯРКО - НЮАНЧНО
РЕГУЛЯРНАЯ - НЕРЕГУЛЯРНАЯ

ПРОФИЛЬ АПС



ПРИЗНАКИ ОТКРЫТОЙ ФОРМЫ

ВОЗДУХ СВЕТ
СВЯЗЬ СРЕДА
СООТНОШЕНИЯ
ПРОСТРАНСТВО
РАЗРЕЖЕННОСТЬ
ПРОЕМЫ
ДЕМОНСТРАТИВНОСТЬ

ПРИЗНАКИ ЗАКРЫТОЙ ФОРМЫ

МОНОЛИТНАЯ
СТРОГАЯ
ЗАМКНУТАЯ
УГРОЖАЮЩАЯ
ОРИЕНТИРОВАННАЯ
СКОЦЕНТРИРОВАННАЯ

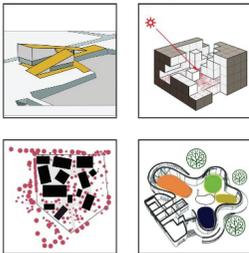
ТЕХНИЦИЗМ
РАЦИОНАЛЬНОСТЬ
МОДУЛЬНОСТЬ
КОМБИНАТОРИКА
СТРУКТУРАЛИЗМ



ОСОБЕННОСТИ СЕНСОРНОГО ВОСПРИЯТИЯ АПС

КОМФОРТ ДИСКОМФОРТ

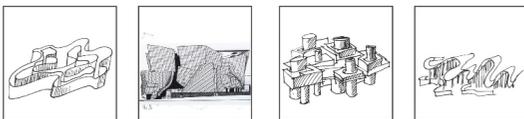
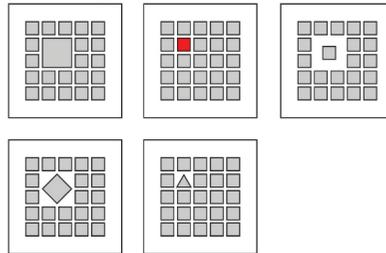
ПРИЗНАКИ АДАПТАЦИИ ФОРМЫ



ПРИЗНАКИ АДАПТАЦИИ АПС К ЛАНДШАФТУ СВЕТУ ОЗЕЛЕНЕНИЮ



ПРИЗНАКИ ДОМИНАНТЫ ФОРМЫ



НЕКОНТРОЛИРУЕМАЯ АПС

ХАОТИЧНАЯ
СЛОЖНАЯ
ЗАПУТАННАЯ
МАЛОИЗУЧЕННАЯ
ЛАБИРИНТОПОДОБНАЯ
НЕОБЖИТАЯ
МНОГООБРАЗНАЯ
СВОБОДНАЯ

КОНТРОЛИРУЕМАЯ АПС

ПРЕВЫШАЮЩАЯ ВОЗМОЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Рис. 2. Шилин В. В. Соотношение композиционных качеств АПС с психическими свойствами человека

ТИПЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МИРОВОСПРИЯТИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДОЙ

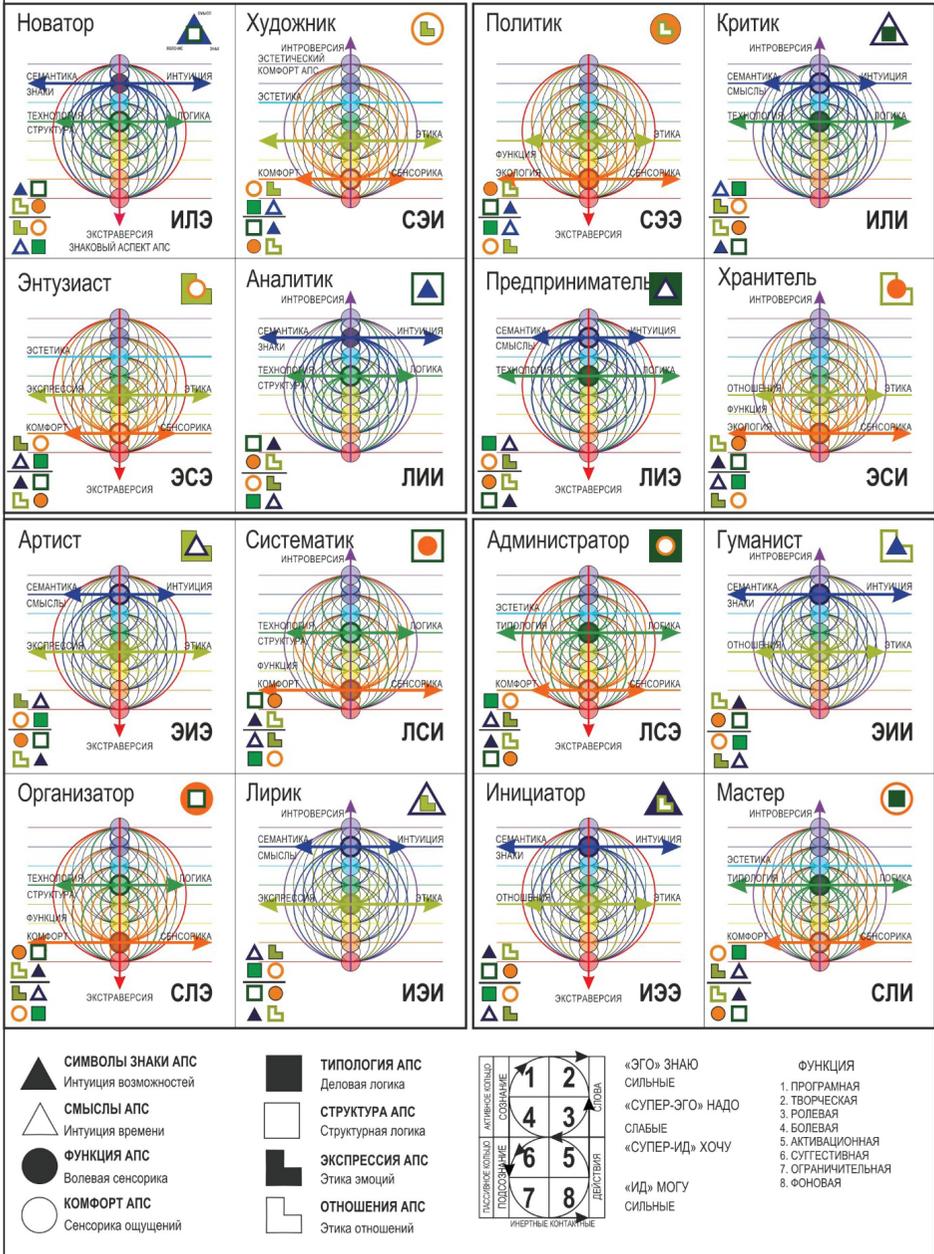


Рис. 3. Шилин В. В. Типы информационного мировосприятия человека и его взаимодействие с архитектурно-пространственной средой

ТИПЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МИРОВОСПРИЯТИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДОЙ

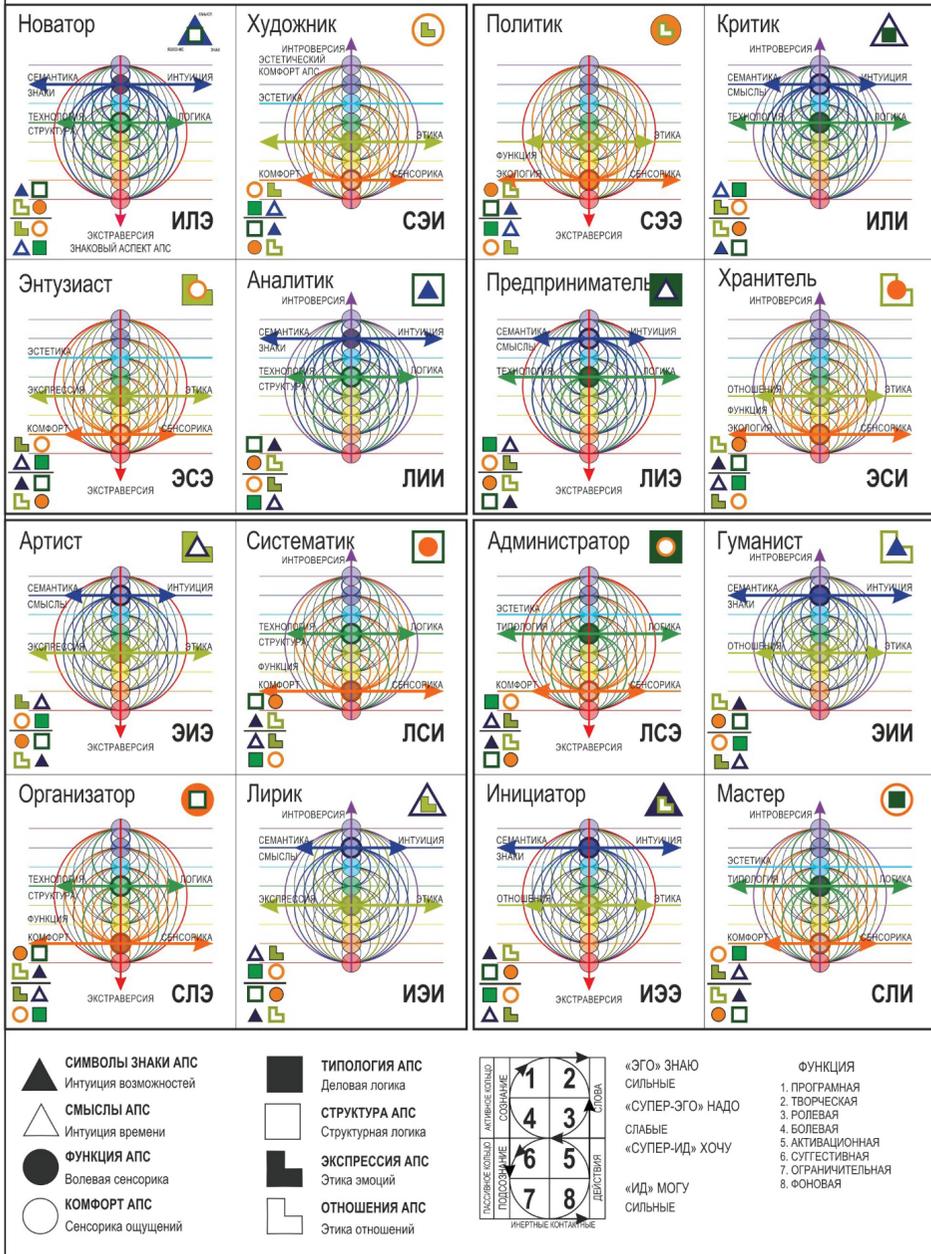


Рис. 4. Графо-информационная модель перетекания алгоритмов языковых сообщений по узловым связям во всех направлениях понимания смыслов кодирования и декодирования архитектурно-пространственных сред



особой притягательности в посещениях. Значительную популярность приобретают «умные остановки транспорта», имеющие развитые дополнительные финансовые и информационные функции. Раскрытие многих проблем языка специалисты высокого уровня абстракции связывают с развитием металингвистики, а в самом широком приложении ее выводов увязывают взаимодействие языка науки с повседневностью [5].

На вопрос «Есть ли собственно у архитектурно-пространственной среды психофизиология?» – мы отвечаем «и да, и нет». Нет – потому что в ней собственно нет той главной тайны, что есть у человека – души, с которой и начинается психология его нейронных и прочих нервных, иных сетей жизнеобеспечения. Физиология человека, за которую отвечает все физическое состояние человека, его кровеносная, лимфатическая, нервная и иные системы функционирования всех органов тоже настолько сложна, что то, что делают люди со своим окружением, еще далеко от обычного психофизиологического совершенства Людей. И тем не менее утверждение О. Д. Швидковского о наличии «СВОЙСТВА ДУШИ Вечного Города» предполагает ответить утвердительно на поставленный прямо вопрос – прямой ответ – Да [10].

Понятие мега-машины, используемое в научных исследованиях, подтверждает сам факт неразрывного взаимодействия психофизиологии людей с «психофизиологией архитектурно-телематических пространств». В цифровую эпоху при утверждении коммуникативных начал социума все более значительную роль приобретают компьютерно-кибернетические перспективы развития архитектурно-пространственных сред. «Умный ДОМ- ГОРОД» становится все более естественным в устойчивом развитии современных поселений для эффективной жизни и деятельности людей. Рекламные щиты и особенно интерактивные фасады крупных общественных пространств все более изощренно воздействуют на психофизиологию масс людей, стремясь угодить каждому персонально, в соответствии с его индивидуальными особенностями. Нарастает даже множественность моментов преследования граждан сообщениями от технических средств, виртуально-текстовыми передачами графо-информационными посланиями (рис. 3 цв. вклейки).

Для современных высокоинтеллектуальных систем типа «УМНЫЙ ДОМ-ГОРОД», язык графо-информационного моделирования может приобретать дополнительные еще не оформившиеся в строгих правилах требования от информатики, документоведения, техники безопасности. В самом предварительном виде могут быть обозначены укрупненные графические массивы информационных потоков для некоего усредненного потребителя с минимально необходимыми требованиями к установкам персональной визуальной культуры. В описаниях конструктивных образов будущего В. Ф. Колечук начинает с известной триады олимпийского девиза «Быстрее, выше, сильнее» и дополняет ее переходом в алгоритмизированную по смыслам самовоспроизводимость в зданиях и сооружениях на языке конструкторов и образного мышления проектировщиков [6].

На рис. 4 цв. вклейки по замысловатой иллюстративной схеме вполне можно составить множество страниц текста из слов, перетекающих друг в друга благодаря графическим сопряжениям. В меру одаренности авторов и реципиентов, размышляющих о переходах в разных иерархических уровнях информационных потоков, можно говорить о сложностях размерных возвышений и принижений деловых и игровых траекторий преобразовательных смыслов графической информации, например, названия данной статьи.



Сама логика сопряжения рационального и эмоционального в балансировках графо-информационных сообщений ставит противоположности в зависимость от языковой культуры того, кто хочет нечто важное сообщить всем присутствующим на объекте. Социальная и культурно-историческая психология в сопряжении с физиологией, опирающиеся на взаимосвязанные сферы современного знания, вместе представляют самостоятельную науку, которая открывает многое из непонятого, сложного, успешного у мастеров архитектуры. Тайны профессионального мастерства выдающегося нижегородского архитектора, начиная с «почеркушек», прекрасно описаны в воспоминаниях многих известных российских архитекторов, работавших вместе с Александром Евгеньевичем Харитоновым, бывшим и главным архитектором города, академиком Академии архитектуры и строительных наук, и директором собственной прославленной мастерской архитекторов А. Е. Харитонova + Е. Н. Пестова [7].

Знаково-символическое и справочно-тезаурусное моделирование конечно имеют свои графо-информационные особенности, зависящие от психофизиологии создателей и потребителей. При профессиональном подходе сообщения, располагающие к коммуникациям, а не к односторонне направленной информации, должны получать от графического дизайнера и архитектора самое важное, находиться в соответствии с принципами компактности, оптимальности, минимакса. Базисные оппозиции в исходных языковых установках определяются статусом и уровнями компетенции: «Автор – Потребитель», «Адресат – Адресант», «Проектант – Реципиент». Агрессивные рекламные сообщения, которые переполняли наши города совсем недавно, в соответствии с новыми правилами и ростом профессионализма архитекторов, дизайнеров архитектурной среды, графических дизайнеров приобретают черты культурной вменяемости, отличные от сиюминутного «клипового сознания». Функционально-морфологическая свобода профессионального творчества проходит строгий исторический отбор.

Ясность языка графической информации приобретается в архитектурной педагогике, ориентированной на достижения практики.

В отечественном зодчестве было неписаным правилом, что профессионалы одинаково продуктивно работали одновременно как художники, декораторы, «дизайнеры», даже когда не было этой профессии. Современное разделение профессий, при нарастающих сложностях даже внутри каждого нового профессионального цеха специалистов в своем деле, заставляет искать общий рассудительный язык. Таким необходимым языком и становится для всех заинтересованных сторон графо-информация, передаваемая по характерным для нее правилам, с корректными подходами и с весьма замысловатыми иерархиями принципов профессионалов, знакомых с бихевиоризмом, гештальтпсихологией, неофрейдизмом.

Наука и искусство приобретают на новых волнах компьютерно-цифровых технологий новые качества, просто необходимые для понимания весьма непростого языка информационно-графических переходов, от замыслов к их воплощению. Раскрывая новейшие тенденции в разработке новых методических подходов важных для провинциальных архитектурных школ, профессор А. А. Худин обращает особое внимание на новейшие мировые тенденции в формообразовании и методике проектирования: «научной исследовательской предпроектной основы, развернутого аналитического обоснования принимаемых решений, средового подхода к формированию проектируемых объектов, полистилизм приемов, поиски регионального своеобразия через изучение истории места проектирования» [8].



В познании конкретных алгоритмов профессионального языка, графически-информационного моделирования архитектурно-пространственной среды атласы, словари, энциклопедии являются узловыми иллюстративно-понятными ориентирами. Читать справочную литературу утомительно, однако выборка, построенная на игровых функциях, дает новые нестандартные моменты в заинтересованности потребителей графической информации, облегчает продвижения в познании искусственных сред. Атласы оперативных высокопрофессиональных переходов в тектонике формообразования представлены в изысканных иллюстрациях Рейзера и Уемото [11].

При раскрытии языковых тайн самой разной пространственной тематики, выверенной графо-информационной подачи материалов, необходимы профессиональные навыки и методы путей продвижения к итоговому продукту. Эклектика доминирует в архитектурно-пространственных средах, повседневно окружающих людей даже на исторических улицах одного из красивейших городов мира – Нижнего Новгорода, и раскрыть богатые смысловые переходы стилеобразования помогает книга Алексея Александровича Худина [9]. В самых общих чертах мы наметили основные алгоритмы, вбирающие важные аспекты и моменты, правила и принципы психофизиологической организации архитектурно-пространственной среды в соответствии с авторскими творческими подходами к образно-смысловому моделированию со своими психотехниками и нейролингвистическим программированием.

Выводы:

1. Всякий архитектурно-градостроительный ПРОЕКТ будущей пространственной среды на всех стадиях деятельностно-средовой формы самой жизни произведения может быть переоформлен в графоинформационную МОДЕЛЬ, с множеством сопутствующих коммуникативным задачам в производстве и потреблении необходимыми документами, изображениями, фотокомпозициями, коллажами, «дорожными картами».

2. В архитектурной деятельности графические информационные средства (графики, диаграммы, «иконки», пиктограммы, путеводители, рисунки, схемы, чертежи, эскизы), по воле авторов, переводят ЗДАНИЕ, как предметно реализованное и относительно целостную архитектурно-пространственную среду, в калейдоскопически-структурированное и графически знаково-символическое ЗНАНИЕ, удобное для восприятия людей с разной психофизиологией и целевыми установками в отношении конкретного объекта.

3. ЯЗЫК графо-информационного моделирования обеспечивает текстовыми, цифровыми, описательными, дескриптивными, изобразительно-выразительными приемами, условными обозначениями передачу значимых сообщений в доступных формах понимания СМЫСЛА архитектурно-пространственных сред по неким определенным алгоритмам языка и правилам считывания по многоликим установкам не только сверху вниз и слева направо, но и в любых иных траекториях.

4. Как минимум графо-информационные модели необходимы не только для ориентации граждан в различных туристских ансамблях по соответствию с их планами, программами, проектами развития, но и для тотально безопасной эвакуации посетителей из разных архитектурно-пространственных сред, а как максимум – в творческом процессе проектно-экспериментальной психофизиологии способствуют оптимальному пониманию и домысливанию, возможно, совершенно новых пластов и информационных полей в потоках смыслов, невидимых обычным зрением.

5. В архитектурной педагогике есть несколько основных векторов:



воспитание (желания целедостижения), обучение (знания понимать), образование (умения делать), просвещение (уверования справедливости), каждый их которых обладает особенностями языковой культуры предоставления графо-информации, где по особенностям миропостижения и его преобразования можно передавать дополнительные сведения, известные в отраслях и школах психофизиологии по идентификации, компиляции, классификации, параметризации, патриотизма, смыслодержания, типологизации, целеуказания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гельфонд, А. Л. Архитектурное проектирование общественных пространств : учебное пособие для вузов / А. Л. Гельфонд ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – 265 с. – ISBN 978-5-87941-891-0. – Текст : непосредственный.
2. Дуцев, В. С. Смысл и сущность архитектурного творчества / В. С. Дуцев. – Текст : непосредственный // Социально-гуманитарное обозрение. – 2018. – № 3. – С. 31–33.
3. Норенков, С. В. Архитектоны антропоморфологии автора: психология архитектурно-пространственной среды : учебное пособие / С. В. Норенков, В. В. Шилин, Е. С. Крашенинникова ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2018. – 298 с. – ISBN 978-5-528-00295-8.
4. Прак, Н. Л. Язык архитектуры. Очерки архитектурной теории / Н. Л. Прак ; перевод с английского Е. Ванеян ; под научной редакцией С. Ванеяна. – Москва : Дело, 2018. – 288 с. – ISBN 978-5-7749-1189-9. – Текст : непосредственный.
5. Наука и повседневность: языки науки : материалы Шестой (2003 г.) и Седьмой (2004 г.) межрегиональных научных конференций. Выпуск 6. – Нижний Новгород : Изд-во Нижегородского университета, 2006. – 220 с. – ISBN 5-85746-955-4. – Текст : непосредственный.
6. Колейчук, В. Ф. Новейшие конструктивные системы в формировании архитектурной среды : учебное пособие / В. Ф. Колейчук ; вступ. ст. А. В. Ефимов. – Москва : БуксМАрт, 2016. – 127 с. : ил. – ISBN 978-5-906190-41-3. – Текст : непосредственный.
7. Харитоновские чтения / составители : А. А. Худин, О. В. Орельская. – Нижний Новгород : Бегемот НН : типография «Экспресс», 2021. – 185 с. – Текст : непосредственный.
8. Худин, А. А. Архитектор Александр Худин. Избранное / А. А. Худин. – Нижний Новгород : БегемотНН, 2017. – 186 с. – ISBN 978-5-9909255-2-6. – Текст : непосредственный.
9. Худин, А. А. Эkleктика. – Нижний Новгород : БегемотНН, 2017. – 256 с. : ил. – (Стили в архитектуре Нижнего Новгорода ; выпуск 1). – ISBN 978-5-9909255-4-0. – Текст : непосредственный.
10. Швидковский, Д. О. Пространство мирового зодчества / Д. О. Швидковский. – Москва : Архитектура-С, 2017. – 560 с. : ил. – ISBN 978-5-9647-0305-1. – Тест : непосредственный.
11. Reiser + Umemoto. Atlas of novel Tectonics. – NeW York : Princeton Architectural Press, 2005. – 255 p.
12. Ryan Hembree Complete graphic designer / Ryan Hembree. – Printed in China, 2008. – 192 p.

NORENKOV Sergey Vladimirovich, doctor of philosophic sciences, professor of the chair of architectural design; SHILIN Vladimir Vladimirovich, senior teacher of the chair of architectural design; KRASHENINNIKOVA Evgeniya Sergeevna, candidate of philosophical sciences, associate professor of the chair of service, tourism and management

ALGORITHMS OF THE LANGUAGE OF GRAPH-INFORMATION MODELING OF PSYCHOPHYSIOLOGY OF ARCHITECTURAL-SPATIAL ENVIRONMENT



Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: arch@nngasu.ru

Key words: algorithm, architectural-spatial environment, graph-information, modeling, psychophysiology, language.

The article is dedicated to the initial rules, principles and algorithms for reading the language of graph-information modeling precisely in the aspects of the psychophysiology of people who create and consume their environment.

REFERENCES

1. Gelfond A. L. Arkhitekturnoe proektirovanie obschestvennykh prostranstv [Architectural design of public spaces] : uchebnoe posobie dlya vuzov. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2013, 265 p. – ISBN 978-5-87941-891-0.
2. Dutsev V. S. Smysl i suschnost arkhitekturnogo tvorchestva [The meaning and essence of architectural creativity]. Sotsialno-gumanitarnoe obozrenie [Social and humanitarian review]. – 2018. – № 3. – P. 31–33.
3. Norenkov S. V. Arkhitektony antropomorfologii avtora: psikhologiya arkhitekturno-prostranstvennoy sredy [Architects of the author's anthropomorphology: psychology of the architectural-spatial environment]: uchebnoe posobie. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2018, 298 p. – ISBN 978-5-528-00295-8.
4. Prak N. L. Yazyk arkhitektury. Ocherki arkhitekturnoy teorii [Language of architecture. Essays on architectural theory] ; per. s angl. E. Vaneyan; pod nauch. red. S. Vaneyana. – Moscow: Delo, 2018, 288 p. – ISBN 978-5-7749-1189-9.
5. Nauka i povsednevnost: yazyki nauki [Science and everyday life: languages of science]: materialy Shestoy (2003 g.) i Sedmoy (2004 g.) mezhregionalnykh nauchnykh konferentsiy. Vypusk 6. Nizhny Novgorod: Izd-vo Nizhegorod. universiteta, 2006, 220 p. – ISBN 5-85746-955-4.
6. Koleychuk V. F. Noveyshie konstruktivnye sistemy v formirovani arkhitekturnoy sredy [The latest constructive systems in the formation of the architectural environment]: uchebnoe posobie; vstup. st. A. F. Efimov. – Moscow: BuksMArt, 2016, 127 p. : il. – ISBN 978-5-906190-41-3.
7. Kharitonovskie chteniya [Kharitonov readings] / sostaviteli: A. A. Khudin, O. V. Orejskaya. – Nizhny Novgorod: Begemot NN: tipografiya “Express”, 2021, 185 p.
8. Khudin A. A. Arkhitekto Aleksandr Khudin. Izbrannoe [Architect Alexander Khudin. Selected]. Nizhny Novgorod: BegemotNN, 2017, 186 p. – ISBN 978-5-9909255-2-6.
9. Khudin A. A. Eklektika [Eclecticism]. Nizhny Novgorod: BegemotNN, 2017, 256 p. : il. - (Stili v arkhitekture Nizhnego Novgoroda; vypusk 1). - ISBN 978-5-9909255-4-0.
10. Shvidkovsky D. O. Prostranstvo mirovogo zodchestva [The space of world architecture]. Moscow: Arkhitektura-S, 2017. - 560 p. : il. - ISBN 978-5-9647-0305-1.
11. Reiser + Umemoto. Atlas of novel Tectonics. – NeW York : Princeton Architectural Press, 2005. – 255 p.
12. Ryan Hembree Complete graphic designer / Ryan Hembree. – Printed in China, 2008. – 192 p.

© С. В. Норенков, В. В. Шилин, Е. С. Крашенинникова, 2023

Получено: 26.12.2022 г.



УДК 726.5.03(571.51)

**А. С. ШУМИЛКИН, канд. архитектуры, доц. кафедры истории архитектуры
и основ архитектурного проектирования**

**НАУЧНО-РЕСТАВРАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ ПО СОХРАНЕНИЮ
ЦЕРКВИ ВОЗНЕСЕНИЯ НАЧАЛА XX В. В ГОРОДЕ МИНУСИНСКЕ
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37;
эл. почта: ist_arh@nngasu.ru

Ключевые слова: приемы научной реставрации, культовая архитектура, архитектурно-реставрационная школа.

Рассматриваются научные приемы и реставрационные решения по сохранению Церкви Вознесения в г. Минусинске как ценного образца сибирской культовой архитектуры в формах «кирпичного стиля» с русско-византийскими мотивами. Приводятся данные о результатах научных исследований, изучении круга аналогов памятника со сложной строительной историей, направленных на формирование научных методов реставрации его исторического облика.

Церковь Вознесения в г. Минусинске – ценный образец православной культовой архитектуры начала XX в. в формах «кирпичного стиля» с русско-византийскими мотивами.

Каменное здание церкви, возведенное в 1914 г. на свободной от застройки территории бывшей Ново-Церковной площади, в свое время являлось крупной градостроительной доминантой в развивавшейся структуре восточной части города (рис. 1 цв. вклейки). Формы храма соответствовали образцовому проекту на постройку каменной церкви на 750 человек из «Атласа планов и фасадов церквей», разработанному академиком архитектуры К. А. Тоном. Строительство велось под надзором губернского архитектора А. А. Фольбаума при участии губернского инженера С. И. Бельнецкого [1, 2].

В первоначальном виде здание Вознесенской церкви представляло собой высокий краснокирпичный крестово-купольный храм под четырехскатной крышей. Массив храма был возведен на высоком, облицованном квадрями местного светло-желтого песчаника цоколе с широкими лучковыми окнами. Четыре внутренние массивные кирпичные опоры крестообразного сечения поддерживали сводчатые крестовые кирпичные перекрытия, несшие основания пяти восьмигранных барабанов. Барабаны венчались конусовидными шатрами в обрамлении из килевидных закомар. Шатры были завершены малыми гранеными барабанами с небольшими луковичными главками. К юго-восточному фасаду примыкала прямоугольная алтарная апсида под трехскатной крышей, завершенной барабаном с небольшой луковичной главкой. Со стороны северо-западного фасада располагался прямоугольный притвор под двухскатной, увенчанной кирпичным фронтоном крышей с небольшим декоративным барабаном на срезе конька. С северо-восточной, северо-западной и юго-западной сторон к церковному зданию примыкали массивные широкие каменные крыльца-рундуки. Фасады церкви выполнены в технике открытой кирпичной кладки.

В 1929 г. церковь была закрыта. С 1930 г. в здании размещался кинотеатр



«Октябрь», с 1942 года – склады «Заготзерно». В советский период были осуществлены перестройки, изменившие исторический облик фасадов храма и его внутреннего убранства: разобраны элементы венчающего пятиглавия, пробиты новые проемы, ликвидировано декоративное оформление интерьеров, изменена планировочная структура, возведены хозяйственные одноэтажные пристройки.

С 2009 года зданию церкви возвращено первоначальное назначение.

На момент обследования памятник находился в неудовлетворительном состоянии (рис. 2 цв. вклейки). Были зафиксированы множественные дефекты в наружных и внутренних кирпичных стенах, снижающие их несущую способность. На лицевой кладке фасадов наблюдалась деструкция лицевого ряда, выпадение отдельных кирпичей гладкой поверхности стен и декора, выветривание кладочного раствора швов. Крыльца-рундуки имели полуразрушенное состояние. Внутренние своды частично или полностью разобраны.

Всесторонние научные исследования здания, включающие в себя историко-архивные, архитектурно-археологические, в том числе с использованием 3D-сканирования, инженерные и инженерно-технические, химико-технологические исследования по строительным и отделочным материалам, а также исследования по объемным параметрам проводились с сентября 2020 г. по февраль 2021 г. Комплексный подход позволил выявить общее техническое состояние памятника, идентифицировать строительные периоды, выявить утраченные архитектурные формы и объемы, а также определить состав исторических строительных материалов.

В процессе исследований определен круг близких стилистических и типологических аналогов среди пятиглавых храмов в русско-византийском стиле для возможности воссоздания утраченных исторических деталей, элементов и конструкций здания. В качестве аналогов, послуживших для уточнения планировочных решений и художественного наполнения интерьеров, рассмотрены: Церковь во имя Благовещения Пресвятой Богородицы на площади Труда в г. Санкт-Петербурге (утрачена), Благовещенская церковь в р. п. Желнино Нижегородской области, Кафедральный собор Рождества Богородицы в г. Краснаярске, церковь Троицы Живоначальной в селе Пичаево Тамбовской области, Екатерининский собор в Царском Селе, Мирониевская церковь Егерского полка в г. Санкт-Петербурге, церковь св. Бориса и Глеба в Санкт-Петербурге.

Задачей проекта являлась комплексная реставрация Вознесенской церкви как главного кафедрального собора Минусинска с воссозданием утраченных барабанов и шатров и приспособлением здания для современного использования [3]. Важная реставрационная задача состоит в возвращении памятнику утраченной роли архитектурно-градостроительной доминанты [4]. Приспособление осуществляется с сохранением функционального назначения, архитектурно-конструктивных и декоративно-художественных особенностей храма.

Проектом предусматривается восстановление первоначального архитектурного облика, исторических контуров и высотных параметров церкви на «оптимальную дату» (начало XX в.). Предусмотрено воссоздание восьмигранного центрального барабана с четырьмя малыми барабанами, увенчанными шатрами с луковичными главками и металлическими крестами; барабана с луковичной главкой над алтарем; небольшого барабана с крестом на западном притворе. Пятиглавое завершение храма воссоздается по архивным фотографиям с применением методов графической реконструкции. В определении высотных отметок учитываются исторические параметры кирпичной кладки и сохранившиеся следы утраченных

**К СТАТЬЕ А. С. ШУМИЛКИНА
«НАУЧНО-РЕСТАВРАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ ПО СОХРАНЕНИЮ
ЦЕРКВИ ВОЗНЕСЕНИЯ НАЧАЛА XX В. В ГОРОДЕ МИНУСИНСКЕ
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ»**



Рис. 1. Церковь Вознесения в г. Минусинске. Начало XX века



Рис. 2. Церковь Вознесения в г. Минусинске. 2020 г.



Рис. 3. Церковь Вознесения в г. Минусинске. Графическая реконструкция

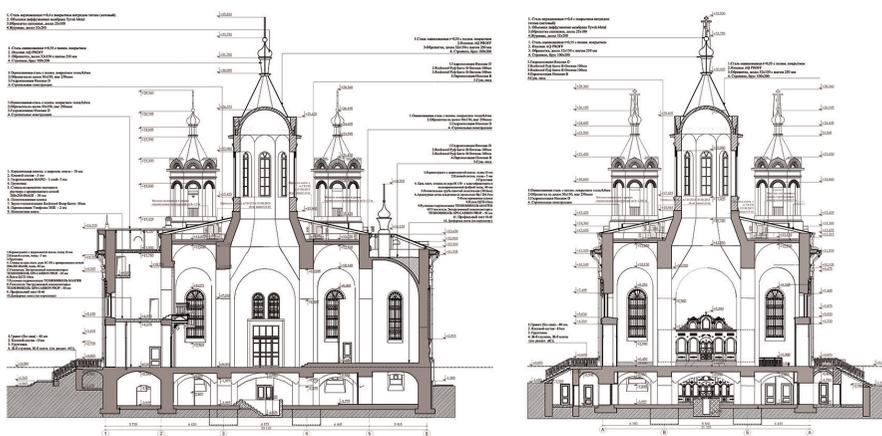


Рис. 4. Церковь Вознесения в г. Минусинске. Чертежи проекта реставрации



элементов. На основе сканирования выполнена трехмерная модель, на которой выверены пропорции утраченных наверший храма, полученные на основе анализа исторических материалов (рис. 3 цв. вклейки).

Проектом восстанавливаются кирпичные крыльца-рундуки. Предусмотрено восстановление исторических оконных и дверных проемов с воссозданием их первоначального заполнения на основе архивных фотоснимков (филенчатых дверных полотен, оконной расстекловки, кованых металлических решеток).

Предусматриваются реставрационные работы фасадов, выполненных в виде открытой лицевой кирпичной кладки, а также реставрация бутового цоколя из трещиноватого девонского песчаника и облицовки цоколя. Так как утраты декоративного убранства фасадов носят фрагментарный характер, проектом предусматривается докомпоновка фигурных элементов: оконных наличников, подоконных филенок, междуэтажных и карнизных профилей – по прямым сохранившимся аналогам и архивным фотографиям.

Во внутренней структуре храма предусматривается восстановление исторической высотной отметки деревянного плоского перекрытия первого яруса и цилиндрического свода второго яруса с устройством поперечной стены в западном притворе. Предполагается реставрация и восстановление разрушенных сводчатых перекрытий, воссоздание лестницы в притворе. На основе аналогий воссоздается пространственно-планировочная структура интерьеров (балкон клироса, алтарная преграда).

В процессе исследований выявлено, что храм был «летний» и не имел полноценных инженерных систем отопления и вентиляции. В проектном решении при сохранении всех элементов предмета охраны в полах, межсводчатом пространстве и исторических вентиляционных каналах запроектированы современные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, электрики и водоснабжения.

В рамках приспособления предполагается эксплуатация не только первого, но и подвального этажа, что позволяет увеличить вместимость храма вдвое. Молельные залы двух этажей связываются между собой внутренними историческими лестницами с организацией в нижнем уровне тамбур-шлюза с подпором воздуха (рис. 4 цв. вклейки).

На территории церкви проектом предусмотрено благоустройство с воссозданием ограждения по периметру участка в исторических формах, а также строительство подсобных сооружений в единой стилистике храма. Проект нацелен на перспективу дальнейшего развития и регенерации данной исторической территории с воссозданием Ново-Церковной площади в габаритах конца XIX – начала XX вв.

Таким образом, проектируемые работы по восстановлению культового объекта включают целый спектр реставрационных приемов: целостной реставрации на «оптимальную дату», инженерной реставрации, приспособления для современного использования без изменения функционального назначения (с увеличением эксплуатируемого объема), реставрации с использованием аналогов, реставрации с применением традиционных строительных материалов и технологий, воссоздания.

Работы по возрождению Церкви Вознесения и ее прилегающей исторической территории – важный этап в сохранении культурного ландшафта и архитектурной самобытности сибирского региона [5, 6].



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дворецкая, А. П. Минусинский Спасский собор в структуре городского пространства середины XIX – начала XX века / А. П. Дворецкая, Д. Д. Дворецкий, В. В. Нагорных. – Текст : непосредственный // Баландинские чтения : сборник статей научных чтений памяти С. Н. Баландина. – Новосибирск, 2017. – Том XII. – С. 29–35.
2. Петров, Д. Г. Проекты нового города Сибири XIX в. (на примере Минусинска) / Д. Г. Петров, В. И. Царев. – Текст : непосредственный // Вестник ТГАСУ. – 2012. – № 3. – С. 91–102.
3. Российская Федерация. Законы. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации : Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ : [принят Государственной Думой 24 мая 2002 года : одобрен Советом Федерации 14 июня 2002 года]. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф (ННГАСУ). – Текст : электронный.
4. Кульчинская, Е. Д. Новые роли памятников архитектуры / Е. Д. Кульчинская. – Текст : непосредственный // Архитектурное наследие на рубеже XX и XXI веков. Проблемы реставрации и охраны наследия : сборник / Российская академия архитектуры и строительных наук, Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства ; под редакцией А. С. Щенкова. – Изд. 2-е. – Москва, 2014. – 144 с.
5. Швидковский, Д. О. Пространство мирового зодчества / Д. О. Швидковский. – Москва : Архитектура-С, 2017. – 560 с. : ил. – ISBN: 978-5-9647-0305-1. – Текст : непосредственный.
6. Шевченко, Э. А. Вопросы государственной политики развития исторических городов России / Э. А. Шевченко, Т. А. Вайнштейн. – Текст : непосредственный // Вестник Зодчий. 21 век : информационно-аналитический журнал. – 2003. – № 4. – С. 78–85.

SHUMILKIN Aleksandr Sergeevich, candidate of architecture, associate professor of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

SCIENTIFIC AND RESTORATION TECHNIQUES FOR PRESERVATION OF THE CHURCH OF ASCENSION OF THE EARLY TWENTIETH CENTURY IN THE CITY OF MINUSINSK OF THE KRASNOYARSK REGION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel: +7 (831) 430-17-37;
e-mail: ist_arh@nngasu.ru
Key words: techniques of scientific restoration, cult architecture, architectural and restoration school.

The article discusses scientific techniques and restoration solutions for preservation of the Church of Ascension in the city of Minusinsk as a valuable example of the Siberian cult architecture in the forms of a "brick style" with Russian-Byzantine motifs. The data of the results of scientific research, the study of the range of analogues of the monument with a complex construction history, aimed at the formation of scientific methods of restoration of its historical appearance are presented.

REFERENCES

1. Dvoretzkaya A. P., Dvoretzky D. D., Nagornykh V. V. Minusinskiy Spasskiy sobor v strukture gorodskogo prostranstva serediny XIX – nachala XX veka [Minusinsky Spassky Cathedral in the structure of urban space in the middle of the XIX – early XX century] / Balandinskie chteniya: sbornik statey nauchnykh chteniy pamyati S. N. Balandina. Novosibirsk, 2017. Vol. XII. P. 29–35.



2. Petrov D. G., Tsaryov V. I. Proekty novogo goroda Sibiri XIX v. (na primere Minusinska) [Projects of a new city of Siberia of the XIX century (by the example of Minusinsk)] / Vestnik Tomsk. gos. arkhitektur-stroit. un-ta. 2012. № 3. – P. 91–102.
3. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Ob obektakh kulturnogo naslediya (pamyatnikakh istorii i kultury) narodov Rossiyskoy Federatsii [Russian Federation. Laws. On the objects of cultural heritage (monuments of history and culture) of the peoples of the Russian Federation] : Federalny zakon ot 25.06.2002 № 73-FZ : prinyat Gos. Dum. 24.05.2002 g. : odobren Sov. Fed. 14.06.2002 g. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf (NNGASU).
4. Kulchinskaya E. D. Novye roli pamyatnikov arkhitektury [New roles of architectural monuments] // Arkhitekturnoe nasledie na rubezhe XX i XXI vekov. Problemy restavratsii i okhrany naslediya [Architectural heritage at the turn of the XX and XXI centuries. Problems of restoration and heritage protection] : sbornik. Rossiyskaya akademiya arkhitektury i stroitelnykh nauk. Nauchno-issledovatel'skiy institut teorii i istorii arkhitektury i gradostroitelstva. Pod red. A.S. Schenkova. Izd. 2-e. Moscow, 2014, 144 p.
5. Shvidkovsky D. O. Prostranstvo mirovogo zodchestva [The space of World Architecture]. Moscow, Arkhitektura-S, 2017. 560 p., il. – ISBN: 978-5-9647-0305-1.
6. Shevchenko E. A., Vaynshteyn T. A. Voprosy gosudarstvennoy politiki razvitiya istoricheskikh gorodov Rossii [Issues of the state policy of the development of historical cities of Russia] / Vestnik. Zodchiy. 21 vek : informatsionno-analiticheskiy zhurnal [Bulletin. Architect. 21 century : an information and analytical journal]. 2003. № 4. P. 78–85.

© А. С. Шумилкин, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК 72.036

Е. О. ШИРОКОВА, аспирант кафедры архитектурного проектирования

ПОСТМОДЕРНИЗМ В ТРУДАХ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: shkerdina95@icloud.com

Ключевые слова: архитектура, постмодернизм, определения постмодернизма.

Проводится анализ понятия постмодернизма в архитектуре в трудах российских ученых (В. Г. Власов, В. Л. Глазычев, И. А. Добрицына, А. В. Иконников, О. В. Орельская, А. А. Худин, А. В. Рябушин, В. Л. Хайт.) конца XX – начала XXI века.

В конце XX века в России появился такой стилистический феномен как постмодернизм, который противостоял идеям советского модернизма (или, по определению академика архитектуры А. В. Иконникова, технологизма). Он пришел в Россию с опозданием почти в 15-20 лет, после того как он появился в зарубежных странах, сначала в Америке, а потом и в Европе. Впервые постмодернизм был теоретически осмыслен американским архитектором и теоретиком Чарльзом Дженксом, издавшим книгу «Язык архитектуры постмодернизма». Если зарубежный постмодернизм нашел отражение в многочисленных трудах философов, социологов, литературоведов, искусствоведов и архитекторов, то



в России вопросам теории постмодернизма уделялось значительно меньше внимания, хотя ведущие теоретики и историки затрагивали в своих трудах это явление.

В словаре «Стили в искусстве» доктор искусствоведения Власов Виктор Георгиевич дает определение постмодернизма: «Постмодернизм – общее название различных течений и школ в искусстве, возникавших после «авангарда» начала XX в. и в той или иной степени противопоставлявшихся ему. В этом смысле постмодернизм – то же, что поставангардизм, так как декларирует возвращение к традициям искусства прошлого, опыту мастеров европейского искусства XVI–XIX вв., однако отрицает академизм. Постмодернизм нельзя считать художественным направлением, течением или стилем, это, скорее, определенный исторический период в развитии искусства, имеющий достаточно четкие хронологические рамки (30–90-е гг. XX в.)». Власов отмечает, что «Архитекторы-постмодернисты создавали невероятную смесь из Неоклассицизма, Готики, Барокко, Ампира в качестве нового «гибридного стиля», рассчитанного на заигрывание с обывателем, создание в чисто прагматическом смысле наиболее комфортных условий заказчику». Постмодернисты стали обозначать свое творчество как внеисторическое художественное мышление, живущее настоящим, без прошлого, используя вневременные идеи и формы [1, с. 428].

В данном случае мы можем констатировать, что Власов не считает постмодернизм самостоятельным стилем, подобно тому, как современники не считали стилем эклектику XIX века ввиду ее сложности и многовекторности, делает акцент в своем определении на возвращение к традициям искусства прошлого, опыту мастеров европейского искусства XVI-XIX вв., без академизма, на открытое цитирование элементов художественных стилей прошлого, использование новых традиционных материалов, придание загадочности, необычности проектам постмодернизма.

Одним из первых в СССР (1981 г.) кандидатскую диссертацию «Теоретические концепции постмодернизма» защитил архитектор Петр Анатольевич Рычков, который изучал влияние постмодернизма в архитектуре Запада с позиций марксистско-ленинской эстетики его идейного содержания и подвергал его критике, не рассматривая первые проявления постмодернизма в России.

Академик и доктор архитектуры Александр Васильевич Рябушин отмечал, что постмодернизм является капитуляцией «современной» архитектуры Запада. Личные идеи архитектора отошли на второй план, уступив место мнению заказчика, а появление и распространение принципов постмодернистской архитектуры знаменует собой распыление и поиск новых путей, завершение почти 60-летнего этапа, начатого утопией и революционной романтикой «современного движения». [2, с. 211]. Определяя постмодернизм как полистилистическое явление, он делает акцент на том, что постмодернизм есть противоположность предшествовавшему ему модернизму. С архитектурой постмодернизма связываются понятия многозначности и многообразия, уместности и понятности, ироничности и двусмысленности, повышенной чувствительности и ассоциативности, символичности и историзма, пластичности и украшенности, живописности и орнаментальности. А. В. Рябушин в книге «Творческие противоречия в архитектуре Запада» (1986 г.) дал свое определение постмодернизму: «Постмодернизм – типично «зонтичное» определение, покрывающее собой широкую совокупность разнородных, подчас даже конфликтующих явлений, объединяет которые лишь их общая противоположность чему-либо достаточно однозначному – в нашем



случае модернизму, «современному движению» в архитектуре» [2, с. 211]. При этом он поясняет причины возникновения этого явления: постмодернизм появился на почве всеобщего недовольства типовой архитектурой, ее однообразием, монотонностью, бездуховностью [2, с. 211].

Архитектурный критик, доктор искусствоведения Глазычев Вячеслав Леонидович критически относится к этому явлению в архитектуре, критикуя его за популизм и иронию. Считает, что ирония отражала подлинный снобизм несмотря на отказ от него, выраженный словесно. По его мнению, «Американский архитектор Р. Вентури, своим зданием дома для престарелых, обозначил начало целого направления в архитектуре, которое в 1980-е годы прокатилось по всему миру как постмодернизм» [3, с. 557]. Им отмечалось, что постмодернизм обладал большим количеством смыслов, подтекстов, намеков, понятных просвещенным, нежели простому потребителю.

«Включив архитектуру в мир поп-арта, Вентури открыл, как вскоре обнаружилось, подлинно золотую жилу. Поначалу несколько архитекторов попробовали играть в игру отнесения смысла к символу, знака к знаку. При некотором артистическом умении, имея под рукой гигантский «музей» архитектуры, накопленный в книгах по ее истории, стать постмодернистом оказалось нетрудно, забавно и довольно выгодно, так как заказчикам эта игра понравилась сразу же... Поп-арт стал популярным искусством, но уже в своем ином понимании – популярным среди «своих»» [3, с. 559]. Критически он относится и к неорегионализму постмодернизма, отмечая, что использование местных культурных традиций также оказалось популярным [3, с. 560]. Глазычев считает, что «На Западе в 90-е годы постмодернизм постепенно иссяк, оставив после себя привязанность к активной декоративности с использованием смешения всех и всяческих стилей, непременно переработанных и преображенных за счет использования иных материалов» [3, с. 560].

Архитектурный критик, доктор искусствоведения В. Л. Глазычев в своем определении постмодернизма делает акцент на двойном кодировании, понятном просвещенному, знающему зрителю и на поп-арте, который завоевал массового потребителя и полюбился заказчикам. Он выделяет отличие между западным и советским постмодернизмом в том, что отечественный не принял игровое начало постмодернизма, которое лежало в основе на Западе.

В своей книге «Архитектура XX века. Утопии и реальность» академик и доктор архитектуры Андрей Владимирович Иконников, рассуждая о постмодернизме, говорит об истории возникновения постмодернизма. Он отмечает, что модернизм был основан на утопических идеалах авангарда и на борьбе с академическим консерватизмом и популистской эклектикой коммерческого слоя профессии. Система идей модернизма развалилась на самостоятельные концепции. Какие-то концепции считались истинными, какие-то нет. Направления, которые продолжали тенденции новой архитектуры, обособились и начали конфликтовать. Каждое претендовало на звание истиной в конечной инстанции. В середине семидесятых стала меняться ситуация. В это время наметилась смена периодов развития. Новые ориентиры появились во всех областях искусства и интеллектуальной деятельности. «Уходила эпоха, названная «Новым временем», наступало некое «посленовое» время» [4, с. 240].

А. В. Иконников высказывает мысль, что постмодернизм стал распространяться как тип мировосприятия, согласно которому мир не имел рациональной устроенности; им управляли непознанные законы развития. Повысилось



значение культурных и символических ценностей. Стало возможным появление символических нефункциональных форм и открытое включение в жилую среду знаков и эстетических объектов. Плюрализм, принятый как позитивный фактор, исключал борьбу альтернатив [4, с. 241].

Как положительный момент А. В. Иконников считает, что с приходом постмодернизма прекратилось тиражирование стандартных изделий. Стали массово производиться индивидуализированные объекты [4, с. 242].

Следующий положительной стороной постмодернизма он называет контекстуальность, вызванную экологической необходимостью. Вновь создающийся объект должен был стать частью контекста – пространственного или культурного, «...он должен быть индивидуален, но не самодостаточен в своей зависимости от связей, объединяющих контекст. В этом принципиальное отличие от установки модернизма, стремящегося создавать объекты, противостоящие сложившимся контекстам, утверждающие свою внутреннюю завершенность и самогонную современность... Постмодернизм вписывался в контекст, отказываясь от исключительности современного» [4, с. 242].

Он отмечает, что глубокого осмысления этого явления в отечественной архитектуре не наблюдалось. Постмодернизм в архитектуре России поначалу был воспринят как экстравагантное направление формальных экспериментов, которые возникли на Западе. Он проникал в Россию через внешние подражания. Постмодернистская сущность долго оставалась неосознанной [4, с. 243].

А. В. Иконников справедливо делает акцент в своем определении постмодернизма на том, что он базируется на истории, обращении к памяти и ссылается на эклектику. Он также проводит параллель между эклектикой XIX века и постмодернизмом конца XX века: «Эклектизм XIX века использовал приемы и формы архитектуры прошлого, так как считалось, что формы прошлого послужат для решения современных целей и задач. Постмодернизм же основан на знаковых системах исторических форм прошлого» [4, с. 245].

Оценивая зарубежный постмодернизм, А. В. Иконников также критикует его за популизм: «В зарубежном постмодернизме широкое распространение получил поп-арт во главе с Робертом Вентури. Его парадоксальные формы и масштабы с гротескным ретроспективизмом воспринимались и оценивались местными интеллектуалами. «Вентури стал разрабатывать ироничную версию историзма, основанную на аллюзиях, сдвигах масштабных отношений, нарочитом смещении отсылки к разным источникам, реструктурировании цитат» [4, с. 245].

В своей статье «Современное движение и постмодернизм в архитектуре» академик архитектуры, доктор искусствоведения Владимир Львович Хайт находит ряд положительных сторон постмодернизма: «Наиболее броские формальные приемы постмодернизма, такие как гротеск, ироническое обыгрывание традиционных форм не долго эпатировали общественное и особенно профессиональное сознание, но постмодернистская «контрреволюция» привела в архитектуре к решительному расширению границ допустимого и возможного, обогатила палитру современного зодчества, в том числе использованием исторических форм и деталей в целом, раскрепостила профессиональное мышление архитекторов, историков и критиков архитектуры, а также способствовала формированию контекстуального подхода к реконструкции исторически сложившейся застройки» [5, с. 246].

Доктор архитектуры Ирина Александровна Добрицына в книге «От постмодернизма – к нелинейной архитектуре» отмечает, что «в России



практически синхронно с западными исследованиями среды развивалась парадигма «средового подхода» [6, с. 7]. Отмечается, что постмодернизм – первая альтернатива модернизму, уходящая от чистой геометрии (композиционного мышления) в пользу исторических образов, «...декларируется разрыв формы и функции. Эта операция проводится на фоне придания самому архитектурному объекту статуса «текста». Тем самым архитектура освобождается от предписаний композиции» [6, с. 7]. Обращается внимание на придание образности архитектуре путем аналитического подхода в создании формы [6, с. 8]. Постмодернизм и деконструктивизм опираются на «постструктуралистскую философскую основу (Деррида, Барт)» [6, с. 8]. Большое внимание уделяется философии и философской интерпретации постмодернизма: «Развитие интерпретирующего подхода обнаружило существенные изменения в понимании окружающего мира, а также в философии и гуманитарном знании» [6, с. 18]. «Постмодернизм в широком культурном значении понятия, начиная с 70–80-х годов XX столетия, выступал как концепция духа времени. Современная философия понимает постмодернизм как некий эстетический феномен – явление, позволяющее наблюдать себя и проявляющееся в той или иной форме во всех видах художественного творчества. Эстетический феномен постмодернизма синтезировал, собрал воедино, с одной стороны, теоретические концепции постструктурализма, разрушающего скалу позитивистского мышления и развитую на его основе деконструктивистскую практику критического анализа (в основном в литературоведении), с другой стороны, и это, по-видимому, главное, – значительную часть или почти всю художественную практику современного искусства. Постмодернизм в искусстве и архитектуре возник как бы спонтанно, непрограммно, без очевидной теоретической подготовки явления, ярко заявив о себе в 70-е годы» [6, с. 19]. Отмечается, что «интерпретационный эксперимент в архитектуре начался еще в эпоху модернизма, задолго до открытого постмодернистского бунта 70-х годов... Утверждается, что интерпретационная философия существовала практически всегда как часть философского мышления» [6, с. 21]. Термин «постмодернизм» рассматривается как эпоха в искусстве и культуре, начавшаяся в 70-х годах XX века и продолжающаяся в XXI веке, складывающийся как отрицание модернизма [6, с. 41]. Стилистическая окраска постмодернизма диктуется определенным мировоззрением [6, с. 42]. Говорится о проблеме множественности течений архитектуры: «Появление все новых языков в архитектуре свидетельствует не столько о замене старого новым, сколько о дополнении и расширении всей функционирующей в современную эпоху языковой системы, включающей всю современную архитектуру: и постмодернистски ориентированную, и те направления, которые отрицают свою причастность к постмодернистской культуре» [6, с. 47]. «Постмодернизм порушил границы эстетик, нормы и запреты» [6, с. 48].

В своей книге И. А. Добрицына обращает внимание на западный постмодернизм, на его возникновение и его философский фундамент.

До сих пор в теории архитектуры в России нет обобщающего определения этого сложного явления. Российские ученые дают краткие определения постмодернизма, но каждый делает акцент на какой-то отдельной его черте. Большинство отечественных теоретиков критически высказывались в отношении постмодернизма, справедливо критикуя его за рекламный характер, популизм, сугубо декоративный подход при проектировании, подчинение вкусам потребителя и обслуживание частному заказчику.

Среди ученых, первыми обратившимися к анализу регионального



постмодернизма (на примере Нижнего Новгорода) [7], стали доктор архитектуры Ольга Владимировна Орельская и кандидат архитектуры Алексей Александрович Худин. Они показали, что в нижегородской архитектуре в разной степени нашли отражение все шесть направлений постмодернизма в зарубежной архитектуре, указанные Ч. Дженксом, и проявились еще два направления в виде неорегионализма и неотрадиционализма (в культовой архитектуре).

Российскими учеными были отмечены положительные достижения постмодернизма: обращение к истории и традициям, связь прошлого и настоящего, образная выразительность, ассоциативность, внимание к окружающей среде и взаимодействие с ней, адаптация нового здания к историческому контексту. Известно, что любой стиль, который попадает извне, приобретает в России свои характерные региональные черты и особенности. Множество национальностей, народностей, разный климат, разные традиции влияют на проявления постмодернизма. Каждый регион пытается выразить свои особенности, обращаясь к своей истории, к конкретике своего места. Отечественный постмодернизм также неоднородный и своеобразный, но тем не менее узнаваемый многовекторный стиль, обладающий своими характерными чертами и признаками; стилевой плюрализм, который принес архитекторам творческую свободу, свободу выбора вкусовых предпочтений, комбинаторику в области формообразования, не отказываясь от высоких технологий. Этот стиль продолжает свое развитие и в начале XXI столетия в отечественной архитектуре, в связи с чем возникает настоятельная потребность в изучении и анализе постмодернистских произведений во всех регионах страны, в их сравнительном анализе с целью выявления их региональных особенностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власов, В. Г. Стили в искусстве : словарь. Том 1 : Архитектура, графика. Декоративно-прикладное искусство. Живопись, скульптура / В. Г. Власов. – Санкт-Петербург : Кольна, 1995. – 672 с. : ил. – ISBN 5-88737-002-5. – Текст : непосредственный.
2. Рябушин А. В. Творческие противоречия в новейшей архитектуре Запада / А. В. Рябушин, А. Н. Шукурова ; Центральный научно-исследовательский институт истории и теории архитектуры. – Москва : Стройиздат, 1986. – 272 с. : ил. – Текст : непосредственный.
3. Глазычев, В. Л. Архитектура : энциклопедия / В. Л. Глазычев. – Москва : Дизайн. Информ. Картография : Астрель: АСТ, 2002. – 669 с. : ил. – ISBN 5-287-00056-1. – ISBN 5-271-04660-5. – ISBN 5-17-005418-1. – Текст : непосредственный.
4. Иконников, А. В. Архитектура XX века : утопии и реальность : в 2 томах. Том 2 / А. В. Иконников. – Москва : Прогресс-Традиция, 2002. – 671 с. : ил. – Кн. в суперобл. – ISBN 5-89826-130-3. – Текст : непосредственный.
5. Хайт, В. Л. Современное движение и постмодернизм в архитектуре / В. Л. Хайт. – Текст : непосредственный // Об архитектуре, ее истории и проблемах : сборник статей. – Москва, 2003. – С. 246. – ISBN 5-354-00465-9.
6. Добрицына, И. А. От постмодернизма – к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки / И. А. Добрицына. – Москва : Прогресс-Традиция, 2004. – 416 с. : ил. – ISBN 5-89826-178-8. – Текст : непосредственный.
7. Орельская О. В. Постмодернизм / О. В. Орельская, А. А. Худин. – Нижний Новгород : БегемотНН, 2019. – 240 с. : ил. – (Стили в архитектуре Нижнего Новгорода ; Выпуск 3). – ISBN 978-5-6042059-1-4. – Текст : непосредственный.



SHIROKOVA Elena Olegovna, postgraduate student of the chair of architectural design

POSTMODERNISM IN THE WORKS OF RUSSIAN SCIENTISTS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: shkerdina95@icloud.com

Key words: architecture, postmodernism, postmodernism definitions.

The article analyzes definitions of postmodernism in architecture in the works of Russian scientists (V. G. Vlasov, V. L. Glazychev, I. A. Dobritsyna, A. V. Ikonnikov, O. V. Orejskaya, A. A. Khudin, A. V. Ryabushin, V. L. Khayt) of the end of the XX-beginning of the XXI century.

REFERENCES

1. Vlasov V. G. Stili v iskusstve [Styles in Art]: slovar. Tom 1 : Arkhitektura, grafika. Dekorativno-prikladnoe iskusstvo. Zhivopis, skulptura [Volume 1 : Architecture, graphics. Decorative and applied art. Painting, sculpture]. Saint Petersburg, Kolna, 1995, 672 p. : il. – ISBN 5-88737-002-5.
2. Ryabushin A. V., Shukurova A. N. Tvorcheskie protivorechiya v arhitekture Zapada [Creative Contradictions in the Architecture of the West]; Tsentr. nauchno-issled. institut istorii i teorii arkhitektury. Moscow, Stroyizdat, 1986. – 272 p. : il.
3. Glazychev V. L. Arkhitektura [Architecture]: Entsiklopediya. Moscow: Ddizayn. Inform. Kartografiya: Astrel: AST, 2002. – 669 p. : il. – ISBN 5-287-00056-1. – ISBN 5-271-04660-5. – ISBN 5-17-005418-1.
4. Ikonnikov A. V. Arkhitektura XX veka: Utopii i realnost [Architecture of the 20th century: Utopias and reality]: v 2 tomakh. Vol. 2. Moscow, Progress-Traditsiya, 2002, 671 p.: il. – Kn. v superobl. – ISBN 5-89826-130-3.
5. Khayt V. L. Sovremennoe dvizhenie i postmodernizm v arhitekture [Modern movement and postmodernism in architecture] // Ob arhitekture, eyo istorii i problemakh [About architecture, its history and problems] : sb. statey. Moscow, 2003. P. 246. – ISBN 5-354-00465-9.
6. Dobritsyna I. A. Ot postmodernizma – k nelineynoy arhitekture: Arkhitektura v kontekste sovremennoy filosofii i nauki [From postmodernism to non-linear architecture: Architecture in the context of modern philosophy and science]. Moscow, Progress-Traditsiya, 2004, 416 p. : il. – ISBN 5-89826-178-8.
7. Orejskaya O. V., Khudin A. A. Postmodernizm (Stili v arhitekture Nizhnego Novgoroda) [Postmodernism (Styles in the architecture of Nizhny Novgorod)]. Nizhny Novgorod: Begemot–NN. 2019. 240 p.: il. Vypusk 3. – ISBN 978-5-6042059-1-4.

© **Е. О. Широкова, 2023**

Получено: 29.10.2022 г.



УДК 72.01:7.01(470.341-25)

М. В. ДУЦЕВ, д-р архитектуры, проф., зав. кафедрой дизайна архитектурной среды

АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА – ДИАЛОГИ С ИДЕНТИЧНОСТЬЮ: ЧАСТЬ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65

НИИ теории и истории архитектуры и градостроительства – филиал ФГБУ «ЦНИИП
Минстроя России» (НИИТИАГ)

Россия, 119331, г. Москва, просп. Вернадского, д. 29. Тел.: 8 (903) 609-21-73;
эл. почта: nn2222@bk.ru

Ключевые слова: архитектурная среда, художественная интеграция, идентичность, аура, витальность.

Статья является первой частью исследования актуальной проблемы идентичности исторического города с позиции художественной интеграции и целостности. Автором выдвигается круг понятий для формирования новой системы критериев оценки жизнеспособности архитектурной среды: аура, атмосфера, витальность, театральность, природа и органические закономерности, проблема реальности, коммуникация, перформативность, динамическая идентичность.

Вопросы идентичности и способов идентификации среды относятся к наиболее сложным и актуальным для профессионала и для пользователя. Как правило, в данном контексте высвечиваются проблемы исторической достоверности и судьбы подлинных фрагментов наследия в его взаимодействии с новым окружением. Говоря об обновлении, чаще всего возникают опасения в утрате духа места и следов истории, наполняющих пространство нашей жизни. В данной работе не оспаривается важность приведенной выше логики, однако, само значение идентичного трактуется шире, а акценты смещаются в сторону ценности всего спектра средовых характеристик: традиционных и актуальных, природных и социальных, общих и индивидуальных, вечных и временных. Обозначенный подход позволяет говорить не о единой незыблемой «идентичности» места, а о ее подвижных, переходящих формах и о диалогах, которые с ней выстраиваются в постоянно меняющейся архитектурной среде.

Празднование юбилея Нижнего Новгорода послужило не только стимулом для преобразований, но и возможностью апробировать новые замыслы, подходы и организационные алгоритмы. Сегодня работы по-прежнему продолжают в формате «Среды-800» под модераторством Института развития городской среды Нижегородской области (ИРГСНО)¹. Привлечены проектные и общественные организации, эксперты, граждане. Задействованы Нижегородская организация Союза архитекторов и Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Встреча подходов, мнений, проектных методик и творческих индивидуальностей...

¹Стратегия развития городской среды Нижнего Новгорода / официальный сайт: <https://sreda800.ru/>



Безусловно, здесь много позиций, требующих внимания, однако, нас будут интересовать способы по возможности беспредпосылочной (относительно функциональных и эксплуатационных требований) оценки модернизированных пространств в том виде, в каком они сегодня предстают перед своими пользователями. Важен образ среды во всей непосредственности и полноте! С другой стороны, значимы те видимые и незримые нити, что связывают или способны связать сегодняшний контекст восприятия с прошлым и будущим. Для их обнаружения необходимо определить соответствующий высоким задачам понятийный аппарат.

Именно с целью осмысления архитектурной среды и ее целостных качеств предлагается выделить ряд характеристик, имеющих определенный вневременной интегрирующий потенциал:

- природа и органические свойства;
- атмосфера и аура;
- витальность и проблема реальности;
- поля художественной интеграции;
- коммуникативность и перформативность;
- театральность и театрализация;
- динамическая идентичность.

Заявленные измерения преимущественно выходят на границу логического, скорее, в области чувств, эмоций, ментальных планов восприятия действительности, что далеко не случайно. Метафизический слой определяет место их встречи, взаимных пересечений и аналогий. Так, например, витальные или атмосферные качества могут быть выражены в театральном или коммуникативном режимах, что подтверждает органическую связанность данного круга понятий. Не стоит забывать и про личный опыт, сознание человека как участника средовых процессов, в котором, в конечном итоге и аккумулируется пространственный образ. Неповторимая оптика каждого, наличие непредвиденных сил и условий делают мотив идентичности гораздо менее прогнозируемым, загадочным, непостоянным, персональным, но, безусловно, обязательным.

Круг понятий и ориентиров в исследовании среды

Природно-органическое начало выступает, пожалуй, наиболее ожидаемым мотивом, определяющим идентичность Нижнего. В широком смысле естественный мотив издавна служит ориентиром творчества. Не вызывает сомнений, что с природой связано не только миметическое начало искусства, но и его концептуальный стержень: стремление достичь достоверности «первой» реальности, органики замысла и языка, гибкости и адаптивности формы. Думается, К. Малевич сознательно постоянно соизмерял свое главное учение с природным началом: «Супрематизм очень похож на природу. Это такие же элементы, такой же организм или система построения элементов с выработанными отношениями одного элемента к другому» [1, с. 118]. В свою очередь, автор иной версии супрематического канона М. Шварцман отмечал: «Не авангард, но органическое прорастание живых ветвей на древе Вечной жизни – вот смысл творчества... Вот новый завет авангарда: не ломай – метаморфируй» [2, с. 129]. Сегодня все большую ценность приобретает взаимосвязь человека и пространства с естественными феноменами (свет, вода, ветер, растения), что ложится в основу новой концепции формирования устойчивой среды.

С упомянутыми факторами близко соседствует понятие атмосферы, к которому программно обращаются практики и теоретики. Согласно П. Цумтору



(“*Thinking Architecture*”, 1998), атмосферу пространства наполняют проявления стихии, свойства материалов, звуки, объекты интерьера, соединяясь в едином «теле архитектуры». Философ Г. Беме [3] размышляет о переживании, созерцании нахождения «в атмосфере» чего-либо, приходя к интригующей метафоре «экстазы вещи», что означает некое особое качество, словно излучение окружения. По аналогии мы можем представить «экстазы места» или «экстазы среды» в аспекте взаимодействия с человеком.

Еще менее материальным понятием, близким метафизическому измерению, видится аура как образ энергийного поля произведения или след от пережитых событий, общения, сильных эстетических впечатлений. В классической трактовке философа В. Бенямина наличие ауры отличает рукотворное от техногенного, не страдающего от тиражирования. С развитием печатных и цифровых технологий эти грани стираются, но ауратическое измерение остается важной меткой присутствия и жизни духа в произведении. Убеждает трактовка художественной ауры нашим современником, искусствоведом О. А. Кривцуном [4], акцентирующим выразительность самой пластики, запечатленного прикосновения мастера. Такая жизнь человеческого начала в средовом произведении, адресованном сразу всем пользователям и лично каждому, представляется ценным ресурсом и сопрягается с его витальными качествами.

Витальность архитектуры означает создание «живого» пространства, что может быть понято как его социальное наполнение или как его чувственная характеристика. Оба взгляда взаимосвязаны, поскольку человек всегда эмоционально проживает свой диалог с архитектурой. Однако здесь возможны излишне доступные ответы на вопрос об искомой привлекательности среды – представляется, что многие эффектные решения, отмеченные яркой, даже чрезмерной образностью, на поверку оказываются легковесными и недолговечными. Возникает критерий определенной правды средового высказывания, которое в сила поддерживать его жизнеспособность, в том числе и после потери материального памятника. В таком случае витальное и ауратическое измерения напрямую противостоят смерти и забвению, устремляя концентрированное содержание – на пересечении множества реальностей – в вечность.

С целью системно охватить максимальное число участников взаимодействия, предлагается опереться на авторскую триединую концепцию художественной интеграции, объединяющую поле синтеза и взаимодействия искусств, пространственно-временное поле контекстов и персонально-личностное поле архитектора или его адресата [5]. Данная теоретическая модель предполагает максимальное число связей и интерпретаций в процессе проектирования и в дальнейшей судьбе архитектурного объекта или пространства в его средовом окружении. Таким образом, приоритетным мыслится не столько образное начало, сколько момент достижения целостности – взаимной выраженности, соотнесенности, «со-настройки» индивидуальной творческой идеи и актуальных тенденций, культурных кодов, социальных, экологических, технических мотивов. Полевая логика оправдывает возможность рождения и актуализации новых полюсов притяжения в каждой точке пространства и времени.

Выстраиванию желаемой связанности служит коммуникативность среды и обширное поле коммуникаций в проектном творчестве. Функция времени определяет весь исторический объем, в котором человек может быть задействован в трех ипостасях: нашего предшественника, современника или потомка... Аналогично и сама разновременная среда ведет сложный полилог масштабов,



стилей, приемов, материалов, символов. Этот «разговор» одушевляет пространство в нашем восприятии и «очеловечивает» его участников, делая общение «живым». Важно, что в этике диалога [6] заложено определенное равноправие и взаимное уважение. Так, пространство среднего диалога становится местом признания ценности разного, непохожего, сложного, индивидуального. С другой позиции, архитектура или целый город предстают текстом, открытым не только для прочтения адресатом, но и для созидания новых смыслов, знаков, связей.

Пространство действительно включено в постоянный ход времени, рождается, трансформируется, наполняется людьми и пустеет, теряет или приобретает свои части, транслирует меняющиеся значения. Все это связано с часто употребляемым сегодня понятием перформативность, означающим непрекращающееся действие в среде, обусловленное человеческой или иной активностью, силами природы, жизненными циклами разного масштаба. Архитектура сродни театру, кино, игре, что обозначает важный вопрос – о притягательности и силе спектакля или ценности соучастия. Возможный ответ обнаруживаем в двойственной природе самой театральности, которая может означать лицедейство, притворство, маску правдивой реальности либо наоборот – доверительный режим проживания каждодневно творимой истории.

Обсуждаемые качества специфически соотносятся с понятием среды жизни в широком смысле. Здесь вспоминаются циничные, но, увы, отчасти сбывшиеся предсказания господства «общества спектакля» Ги Дебора или симулякров «мусорного пространства» Рема Колхаса [7]. Иначе, в соприкосновении с природой обнаруживает свои силы энергетически подпитывающий человека «театр стихии». В аспекте истории, на первый взгляд, пространственный, а по существу мировоззренческий акцент делает Ю. П. Волчок в предложенном понятии «городской амфитеатр» [8]. А. Росси находит приоритет изобретенного им «научного театра» в лаборатории чувства и эмоциональном исследовании архитектурных «декораций» жизненного пространства личности. Все это подчеркивает значение театральности и театрализации как неотъемлемых характеристик среды. Однако хочется устремиться к человекомерному, «доброму театру» автора или адресата, помогающему не потерять свою индивидуальную историю, достичь чувственной «настройки» среды и искреннего отклика, своего рода «средовой эмпатии» ее пользователей.

Каким же образом среди множества правдивых и не вполне ролей найти меру идентичного в среде и способ ее сбережения? Ведь, казалось бы, в законодательно закреплённом, регламентированном поле случаются частые расхождения мнений: какой памятник, исторический слой или период достоин сохранения и в каком виде... Помимо этого привычного контекстуального измерения, явно ценны и иные: социальные, ментальные, феноменологические. Например, город как средоточие мифов обладает интегральной идентичностью, собирающей все значения своей уникальности (в сознании каждого жителя) в единое мифологическое поле. С другой стороны, каждый период открывает и манифестирует свой актуальный бренд, к которому естественно или искусственно подтягиваются конкретные средовые смыслы, другие – на время забываются. Думается, в таком случае применимы понятия «дрейфующей» или «открытой формы» идентичности, где встречаются и соревнуются информация (люди, факты, события), образы истории, метафоры, поведенческие алгоритмы, пространство воображения. При этом сама оптика взгляда подсказывает возможную формулу: город-музей, город-процесс, город-спектакль, город-собеседник, город-миф...



Следовательно, идентификация среды всегда персональная, личная, основанная на собственном образе реальности, что ставит под вопрос поиск единого верного ответа об идентичности того или иного места. Подлинное, проявляющее суть пространства, реализуется как минимум с трех позиций: истории, мифа, личной истории. Случившееся, воображаемое или присутствующее на уровне общих культурных архетипов переплетается, порой меняется местами в зависимости от предпочтений индивида, целого социума, духа эпохи. Такая подвижная шкала ценностей еще более усложняется с появлением новой архитектуры, заведомо отличающейся от исторической (даже в случае копии) и, как правило, встречаемой с большой настороженностью.

Выходом из описанного кризиса восприятия видится ресурс «пограничной», «стыковочной» архитектурно-художественной среды на пересечении деятельности архитектора, дизайнера и художника. К своеобразным «посредникам» между уже существующим и современным можно отнести временную архитектуру малых форм, художественные акции, перформансы, а также весь спектр мероприятий, относящихся к дизайну архитектурной среды, включая благоустройство общественных и рекреационных пространств.

Анализ конкретных примеров обновленной рекреационной среды Нижнего Новгорода сквозь призму обозначенного исследовательского взгляда будет проведен в следующей статье (часть 2).

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных научных исследований Российской академии архитектуры и строительных наук и Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на 2023 год.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Добрицына, И. А. От постмодернизма – к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки. – Москва: Прогресс-Традиция, 2004. – 416 с.
2. Русский музей представляет: Михаил Шварцман / Альманах. Вып 111 СПб: Palace Editions, 2005.
3. Беме, Г. «Атмосфера» как фундаментальное понятие новой эстетики /редакция 01.01.2018 теория/ <http://metamodernizm.ru/atmosphere-and-a-new-aesthetics/>.
4. Художественная аура: истоки, восприятие, мифология / Ответственный редактор О. А. Кривцун. – Москва: Индрик, 2011. – 560 с.
5. Дуцев, М. В. Концепция художественной интеграции в новейшей архитектуре. – Н. Новгород : Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т, 2014. 358 с. : ил.
6. Бахтин, М. М. Эстетика словесного творчества / Москва : Искусство, 1986. – 445 с.
7. Колхас, Р. Гигантизм, или проблема Большого. Город-генерик. Мусорное пространство / Р. Колхас. Пер.: Визель М.; Ситар С.; Бабицкая В. – Москва: ООО «Арт Гид», 2015. – 84 с.
8. Волчок, Ю. П. Городской амфитеатр в Москве в эпоху Н. М. Карамзина // Художественная культура, 2020, № 1 (32) С. 127–142.

DUTSEV Mikhail Viktorovich, doctor of architecture, professor, holder of the chair of architectural environment design

THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF NIZHNY NOVGOROD – DIALOGUES WITH IDENTITY: PART 1. THEORETICAL ASPECTS



Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83
Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Development (NIITAG)
29, Vernadsky Ave., Moscow, 119331, Russia. Tel.: +7 (903) 609-21-73;
e-mail: nn2222@bk.ru
Key words: architectural environment, art integration, identity, aura, vitality.

The article is the first part of the study of the actual problem of the historical city identity from the perspective of artistic integration and consistency. The author puts forward a range of concepts for the formation of a new system of criteria for assessing the viability of the architectural environment: aura, atmosphere, vitality, theatricality, nature and organic patterns, the problem of reality, communication, performativity, dynamic identity.

REFERENCES

1. Dobritsyna I. A. Ot postmodernizma – k nelineynoy arkhitekture: Arkhitektura v kontekste sovremennoy filosofii i nauki [From postmodernism to nonlinear architecture: Architecture in the context of modern philosophy and science]. Moscow: Progress-Traditsiya, 2004. 416 p.
2. Russkiy muzey predstavlyaet: Mikhail Shvartsman [The Russian Museum presents: Mikhail Shvartsman] / Almanakh. Vyp 111 Saint-Petersburg: Palace Editions, 2005.
3. Böhme G. "Atmosfera" kak fundamentalnoe ponyatie novoy estetiki [Atmosphere as the fundamental concept of a new aesthetics] / redaktsiya 01.01.2018 teoriya. URL: <http://metamodernizm.ru/atmosphere-and-a-new-aesthetics/>.
4. Khudozhestvennaya aura: istoki, vospriyatie, mifologiya [Artistic aura: origins, perception, mythology] / Otvetstvennyy redaktor O.A. Krivtsun. Moscow: Indrik, 2011, 560 p.
5. Dutsev M. V. Kontseptsiya khudozhestvennoy integratsii v noveyshey arkhitekture [The concept of art integration in contemporary architecture]. Nizhny Novgorod : Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t, 2014. 358 p. : il.
6. Bakhtin M. M. Estetika slovesnogo tvorchestva [Aesthetics of verbal creativity] / Moscow: Iskusstvo, 1986, 445 p.
7. Koolhaas R. Gigantizm, ili problema Bolshogo. Gorod-generik. Musornoe prostranstvo [Gigantism, or the problem of the Big. A generic city. Garbage space]. Per.: Vizel M.; Sitar S.; Babitskaya V. Moscow : OOO "Art Gid", 2015, 84 p.
8. Volchok Yu. P. Gorodskoy amfiteatr v Moskve v epokhu N.M. Karamzina [City Amphitheater in Moscow in the era of N. M. Karamzin]. Khudozhestvennaya kultura [Artistic culture], 2020, № 1 (32). P. 127–142.

© М. В. Дuceв, 2023

Получено: 04.02.2023 г.



УДК 72.01:7.01(470.341-25)

М. В. ДУЦЕВ, д-р архитектуры, проф., зав. кафедрой дизайна архитектурной среды

**АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА – ДИАЛОГИ
С ИДЕНТИЧНОСТЬЮ:
ЧАСТЬ 2. ОБНОВЛЕННЫЕ РЕКРЕАЦИОННЫЕ ПРОСТРАНСТВА**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65
НИИ теории и истории архитектуры и градостроительства – филиал ФГБУ «ЦНИИП
Минстроя России» (НИИТИАГ)
Россия, 119331, г. Москва, просп. Вернадского, д. 29. Тел.: 8-(903)-609-21-73;
эл. почта: nn2222@bk.ru
Ключевые слова: архитектурная среда, идентичность, диалог, природа, рекреационные пространства.

Рассматриваются подходы к пониманию мотивов идентичности обновленных рекреационных пространств Нижнего Новгорода: набережной Федоровского, Стрелки, парка Швейцария. Автор применяет систему критериев, разработанную в предыдущей статье, делая акцент на многомерности восприятия среды ее пользователями. Особое значение отводится качеству природности и органичности городского ландшафта. Статья сопровождается авторскими фотографиями.

В поиске средовой идентичности Нижнего Новгорода

Привычную, любимую нами и во многом растиражированную в медиа нижегородскую идентичность связывают в первую очередь с расположением города, встречей рек и живописностью Дятловых гор. Еще одним символом выступает Нижегородская ярмарка и ее история, в том или ином формате продолжающаяся сегодня. Для многих город ассоциируется с исторической средой, фактурой центральных улиц преимущественно периода эклектики, с уцелевшими фрагментами деревянной застройки. Также распространен взгляд под углом промышленной истории, важных производств и соответствующих районов города: Автозавода или Сормово. Приведенные примеры – лишь беглый условный перечень, к которому каждый добавит свою уникальную привязанность и неповторимую эмоциональную окраску. По этой причине несколько сузим угол обзора, одновременно приподнявшись над конкретными названиями, что позволит увидеть одну из базовых черт Нижнего – его всеобъемлющую соприродность.

Природа вступила здесь в многоплановый и непростой диалог с человеком, во многих случаях удерживая за собой ведущую роль [1]. К таковой можно отнести рельеф верхней части города, позволяющий жителю или гостю переживать неординарные пространственные ситуации. Такие «подарки» могут открываться в самом повседневном режиме либо стать частью организованного маршрута, например, вечернего променада вдоль набережной – частого городского ритуала. Другой вдохновляющий элемент естественной среды – вода, присутствующая самым очевидным образом извечным мотивом речных панорам, а также незримо – в форме оврагов, которыми столь богат ландшафт местности. Растительность сообщает живое начало среде, что особенно привлекает на старых улицах, задает рифму сохранившимся домам, которые, в свою очередь, часто возводились из дерева.



Безусловно, природное выражено силой стихии: земли, воды, ветра, огней заката...

Таким образом, пронизываемость, открытость навстречу этим силам, способность вступать с ними в продуктивный контакт формируют идентичные характеристики среды. Активное феноменологическое измерение Нижнего Новгорода объединяет поэзию видов, ритуальность жизненного уклада, средовую и стихийную перформативность [2]. Созерцательные ресурсы органично дополняются процессуальными, интегрируя функциональные и эстетические качества, что особенно важно для жизнеспособности рекреационных пространств города.

Виды с горы

Набережная Федоровского ведет свою историю со знакового для города визита Николая I в 1834 году, который повелел обустроить город и приречные территории. После этого была заложена верхняя набережная Оки, или Верхне-Окская, по проекту архитекторов И. Е. Ефимова и П. Д. Готмана. Современное название набережная получила в честь ученого-геолога Н. М. Федоровского.

Набережная Федоровского – самая протяженная центральная набережная города и одна из наиболее живописных. Можно сказать, что именно она «ответственна» за наиболее архетипические виды Нижнего. По сути, называть террасированный сложный склон набережной не вполне корректно – это скорее городской парк с променадом сверху и на промежуточных террасах, с вкраплениями зеленых островов, даже застройки. Ядром идентичности является «гора» как таковая со всеми достоинствами и «недостатками», возможностями и ограничениями. Гора определяет канонический вид из нижней части города, со Стрелки, с реки, играя роль зеленого подиума для города сверху. Гора определяет раскрытия на речные панорамы и заречную часть города. Это городской амфитеатр «столицы закатов», причем удивительно разноплановый и естественный. В спектакле, который открывается из любой точки, с каждой отметки, участвуют реки, крыши, дали... Каждый «актер» сам по себе представляет метку идентичности. Здесь сразу вспоминается концепция «Научного театрала» Альдо Росси [3]. Ощущение полета, простора, власти стихии задает феноменологическое и перформативное измерения, в которых человек – лишь временный гость.

Так проявлена, своего рода философия данного места, созданного природой и человеком: определенная свобода от суеты, напоминание о вечном, о больших силах, более крупных масштабах и связях, чем пока-что может представить наш современник. Природа места и его концепция во времени незыблемы, хотя его образ несколько видоизменялся, преобразуя идентичность. На склонах росли деревья, создавая тень, задавая иной масштаб пространственного восприятия. Однако решением экспертов по охране наследия в качестве предмета охраны был предложен и утвержден зеленый травянистый склон, формирующий ландшафтный образ «горы». Вследствие этого количество деревьев на склоне на протяжении ряда лет минимизировано.

В осуществленном проекте (концепция разработана ИРГСНО) не случаен акцент на «видовые картины» с помощью организации множества мест отдыха, включая полностью стеклянные боксы (рис. 1 цв. вклейки). Их прозрачность позволяет сохранять и даже подчеркивать приоритет видов – не зря их уже используют художники. Правда, количество элементов дизайна все же преувеличено – видимо, по сравнению с размахом и спокойным достоинством ландшафта и естественно-природных сил, они кажутся несколько суетливыми. Порадовала организация нижних террас, отданных под более свободный, «дачный» стиль отдыха (что наследует традицию

К СТАТЬЕ М. В. ДУЦЕВА
«АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА –
ДИАЛОГИ С ИДЕНТИЧНОСТЬЮ.
ЧАСТЬ 2. ОБНОВЛЕННЫЕ РЕКРЕАЦИОННЫЕ ПРОСТРАНСТВА»

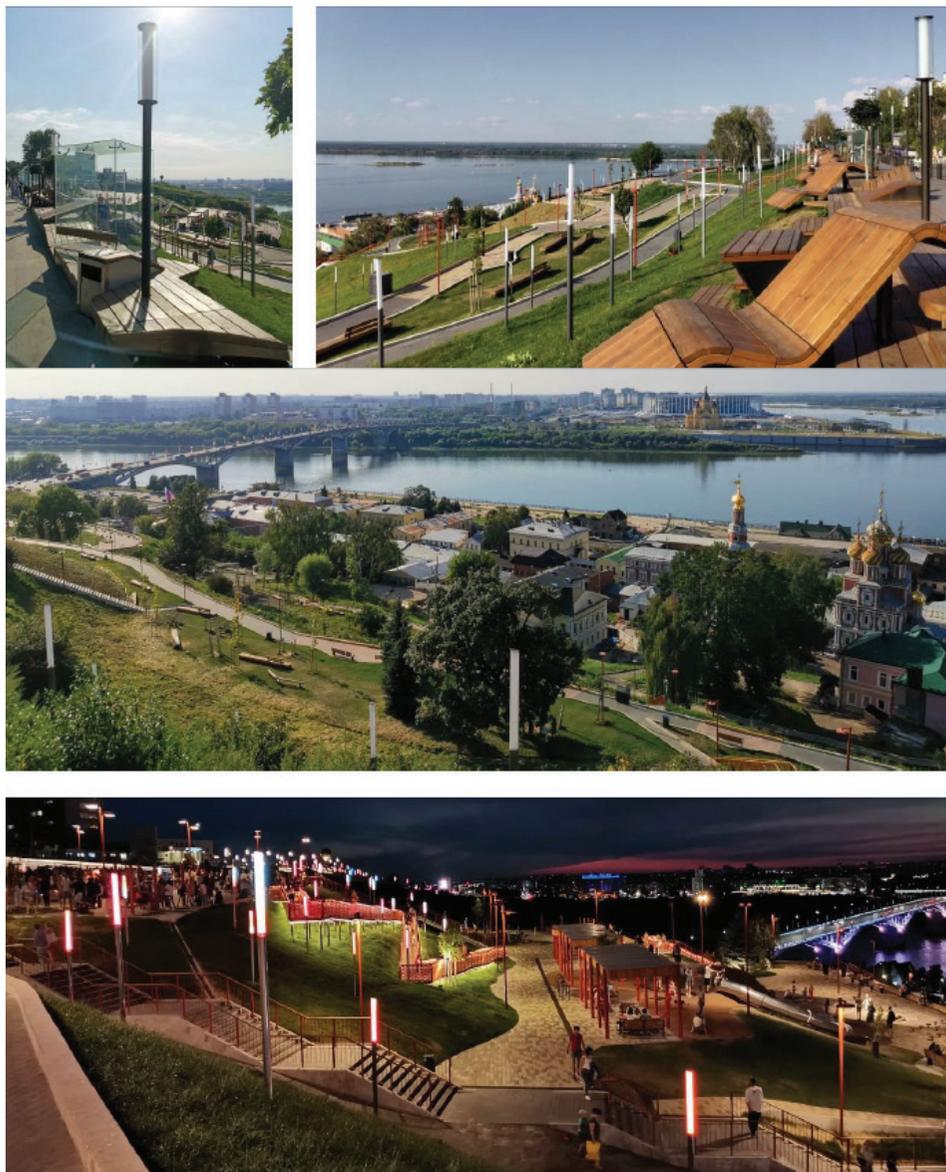


Рис. 1. Набережная Федоровского. ИРГСНО. Классический вид и новая идентичность. Нижние террасы: приемственность и живописность. Вечерний Нижний



Рис. 2. Стрелка Волги и Оки. Проект «Подъемные силы» К. Жуйо, 2012



Рис. 3. Стрелка. Новая жизнь места и власть стихии. Временное благоустройство территории, ИРГСНО, 2021. Интерьер концертного зала в бывшем пакгаузе. Арх. бюро SPEECH, 2022



Рис. 4. Историческая колоннада входа парка им. Ленинского комсомола. О. П. Гаврилов, В. В. Воронков



Рис. 5. Парк Швейцария. Kosmos Architects (проект 2020), 2021



Рис. 6. Парк Швейцария. Естественное и рукотворное. Природа в деталях



их использования ранее) – с гамаками и детскими площадками, композиционно решенными более хаотично, словно случайно.

Самоценный режим функционирования пространства предстает в вечернее время и связан со световым дизайном. Световая инсталляция из вертикальных переливающихся разными оттенками трубок, распространившаяся по всему склону, вызывает противоречивые мнения. При взгляде с противоположной стороны скопление огней сообщает праздничный вид откосу, несколько иллюзорный художественный образ, в целом интересный по своей миссии – задать на темное время суток новое измерение столь востребованному, повторюсь, каноническому виду. При восприятии с самих прогулочных террас огни пока что непривычны для горожан, так как вступают в спор с заречными панорамами вечернего города...

Театр стихий

Стрелка Волги и Оки (концепция ИРГСНО) на сегодняшний день освоена под эгидой временного благоустройства территории сроком на пять лет, включая зеркальные павильоны внутри конструкций бывших пакгаузов (архитектурное бюро *SPEECH*). Таким образом, можно сказать, что всем реализованным сегодня начинаниям отводится своя роль в истории места, заведомо ограниченная, но важная [4]. Наиболее существенным, по сути, прорывным, стал сам факт доступа человека на мыс, чего не было на протяжении всей современной истории. Да, когда-то, в период функционирования Ярмарки, на этом месте велась активная жизнь, сопутствующая торговле: швартовались лодки, складировались грузы – все очень насыщенно и живописно (как мы видим на фотодокументах). В советский период здесь размещалось режимное предприятие Горьковского грузового порта, закрытое для посещения. Правда, это не помешало проведению здесь двух запоминающихся художественных акций по инициативе французского художника и «сценографа» городской среды Ксавье Жюйо (2011, 2012 гг.).

Жюйо предложил театральную и, в то же время, глубокую, объемную трактовку потенциала среды (рис. 2 цв. вклейки). Вспомним, что по берегам обеих рек еще сохранялись портовые краны, а само место было не только выразителем геологических сил и очевидной религиозной составляющей, обусловленной знаковым Собором Александра Невского, но еще выступало носителем производственно-технической памяти. Все эти мотивы подвигли художника к мечте о тотальной инсталляции, представляющей парящую, развевающуюся под воздействием ветра оболочку, дополненную проекциями достижений местной инженерной мысли на причальную стену (в первую очередь, изобретений Р. Алексеева). Весь противоположный высокий берег становился амфитеатром, своеобразным зрительным залом для этого спектакля. Мечтам мастера и его сподвижников суждено было сбыться только отчасти на уровне притворенных в жизнь экспериментов с разными материалами «паруса», однако, именно они утвердили здесь значение и силу стихии, а также социальную привлекательность пространства.

Стрелка как место силы сегодня на редкость витальна, перформативна, театральна... Ее открытый продуваемый ветром простор вовсе не ошибочен и не случаен. Пространство мыса дает возможность беспрепятственно жить и перерождаться во времени театру стихий, с которым человек вступает во взаимодействие. Оконечность и набережная Стрелки дарят обновленный взгляд на верхнюю историческую часть города, доступны небольшие смотровые вышки и спуск к причалу. Появились ожидаемые потребительские функции, включая рекреацию для детей и взрослых, а также культурные – в форме выставочного и концертного залов в пакгаузах. Но все же эмоциональной и ментальной



основой среды служит непревзойденный визуальный ресурс, благодаря которому спектаклем становится все: от закатов, множущихся в отражениях – до концертов на фоне кремля, который виден через стеклянную стену сцены концертного павильона. Визуальные эффекты среды Стрелки востребованы и любимы, так как по природе принадлежат далеко не поверхностной, а вечной красоте (рис. 3 цв. вклейки).

Лес в городе

Парк «Швейцария» (бывший парк им. Ленинского комсомола) имеет богатое советское прошлое, начиная со времени революции, однако, образ сегодняшнего парка сложился позднее – на основе проекта-победителя конкурса планировочных идей территории (арх. О. П. Гаврилов, 1956–1957 годы). Рабочая документация были разработана институтом «Горьковгражданпроект». Реализация началась в 1958 году, когда проекту архитектора В. В. Воронкова были возведены ограда парка и несколько колоннад входов (рис. 4 цв. вклейки).

Сложившиеся парковые зоны, вероятно, одни из самых непростых в плане вмешательства человека, чему есть ожидаемое объяснение: природа сама формирует, в прямом смысле выращивает образ, подлинную, естественную логику пространства, всю свою экосистему на каждом уровне масштаба. Рассматриваемый пример представляется возможным отнести к удачным, тем более что в круг задач входила серьезная функциональная реорганизация, предполагающая решение разноплановых актуальных задач. Встреча потребностей человека и жизни природы удивительным образом состоялась весьма гармонично!

Идентичность парка, который приближается к лесопарку, связана, в первую очередь, с его природным потенциалом – это, можно сказать, настоящий «лес» в городе. Второе и близкое значение определено его местоположением – выходом к высокому берегу Оки. Практически здесь же (чуть ниже по рельефу) проходит граница с государственным памятником природы регионального (областного) значения «Урочищем Слуда», населенным ценными видами растений, животных, птиц. Наконец, дело рук человека также оставило здесь ценное наследие в виде узнаваемых колоннад входов, кованой ограды в классическом стиле.

В осуществленной реконструкции (*Kosmos Architects*) парка ясно видны два основных сквозных приоритета: природа и человек. Расширение функциональной наполненности парка подхватывает традицию – еще в 1917 г. по инициативе комсомольцев завода им. Ленина в летнее время здесь были открыты кинотеатр на 300 мест, читальня, шахматные столики, танцплощадка, тир. Сегодняшние функции сориентированы на детские и молодежные активности, спорт, категории граждан с ограниченными возможностями и на рекреацию. Последнее органично возникает на стыке социального и ландшафтного ресурсов. Остальные функции потребовали достаточно развернутого строительства, которое неожиданно для многих «подружилось» с окружением за счет формы, цвета, материала.

Все павильоны, навесы, инфраструктурные объекты по возможности проницаемы, конструкции решены в благородном зеленоватом колорите (рис. 5 цв. вклейки). В целом новая тектоника соприродна: в глубине «леса» используются вертикальные или древовидные структуры. Ожидаемо применяется дерево. Ближе к улице характер построек несколько меняется, становясь более «архитектурным», но оставаясь естественным – в них можно угадать интерпретацию традиции деревянной архитектуры (влияние современных японских архитекторов, часто озадаченных поиском таких пограничных решений). Среди объектов выделяется детский центр в форме кольца – явный смысловой и композиционный акцент. Одноэтажное здание-гибрид одновременно сочетает в себе пространства детских



творческих студий и аттракционы (горки) под открытым небом.

Социальный ресурс парка предполагает достаточно смелые и мало где апробированные новации. В этом плане отдельного внимания заслуживает так называемый «Инвадром» – центр для адаптации инвалидов, который еще не пущен в эксплуатацию. Замысел данного пространства в том, чтобы сымитировать среду жизнедеятельности в классической городской квартире для людей с ограниченными возможностями, а также обеспечить проведение мероприятий в поддержку инклюзивности и универсального дизайна. Представляется, что интеграция такого центра в природу, его своеобразное растворение является удачной синергичной находкой, которая поможет смягчить и преодолеть многие психологические барьеры. В функциональном смысле такое расположение центра дает возможность относительной автономности для указанной категории граждан и активностей их сообщества.

Отрадно и по-своему красиво, что природное содержание парка не трактуется только как сопровождение или приятная декорация для человеческих занятий – тема самостоятельной жизни леса представлена различными кормушками для птиц, «гостиницами» для насекомых. Складывается философия среды непротиворечивой жизни в синергии с природой (рис. 6 цв. вклейки). Тему сопряченного естественному продолжают некоторые детали, такие как скамьи в виде натуральных стволов деревьев. Другие элементы оборудования, наоборот, решены контрастно по цвету и материалу, но деликатно по форме и габаритам, например, информационные «столбики», указатели. В целом следует отметить внимание к деталям и их контекстной уместности в согласии с общим замыслом.

Таким образом, по итогу рассмотрения ряда рекреационных пространств Нижнего Новгорода, следует сделать вывод о присутствии интегральной или диалогической формы идентичности. В этом диалоге событийный исторический контекст далеко не всегда играет ведущую роль. Чаще приоритет вполне оправданно отдан природному началу и его стихийным проявлениям, словно вновь открытым для человека. В любом случае, именно личная индивидуальная правда каждого адресата – участника взаимодействия – должна стать мерилем жизнеспособности обновленного городского образа.

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных научных исследований Российской академии архитектуры и строительных наук и Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на 2023 год.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Гельфонд, А. Л. Взаимосвязь природного и антропогенного при сохранении объектов культурного наследия Нижнего Новгорода // Приволжский научный журнал. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2020, № 4. С. 181–188.
2. Невлютов, М. Р. Перформативность архитектуры // Художественные миры XXI века. Пути интеграции архитектуры и арт-практик: коллективная монография / авт.-сост. и отв. ред. Т. Г. Малинина. – Москва : БуксМАрт, 2020. – 500 с.: ил., С. 216–225.
3. Росси, А. Научная автобиография / Пер. с ит. Голубцова А. М.: Strelka Press, 2015. – 176 с.
4. Дуцев, М. В. Театральность как путь модернизации архитектурной среды современного города / Архитектурная модернизация среды жизнедеятельности: история и теория. Книга 1. М.–СПб.: Архи.ру – Коло, 2022. Ответственный редактор-составитель И. А. Бондаренко. URL: <https://archi.ru/lib/book.html?id=2146113846&fl=2&sl=2>.



DUTSEV Mikhail Viktorovich, doctor of architecture, professor, holder of the chair of architectural environment design

**THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF NIZHNY NOVGOROD –
DIALOGUES WITH IDENTITY: PART 2. RENOVATED RECREATIONAL
SPACES**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: + 7 (831) 430-17-83
Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Development (NIITIAG),
29, Vernadsky Ave., Moscow, 119331, Russia. Tel.: +7 (903)-609-21-73;
e-mail: nn2222@bk.ru
Key words: architectural environment, identity, dialogue, nature, recreational spaces.

The article discusses approaches to understanding the identity motives of the renovated recreational spaces of Nizhny Novgorod: Fedorovsky Embankment, Strelka, Shveysariya Park. The author applies the system of criteria developed in the previous article, focusing on the multidimensional perception of the environment by its users. Particular importance is given to the quality of naturalness and organicity of the urban landscape. The article is accompanied by author's photos.

REFERENCES

1. Gelfond A. L. Vzaimosvyaz prirodnogo i antropogenogo pri sokhraneniі obektov kulturnogo naslediya Nizhnego Novgoroda [The connection between natural and anthropogenic while preserving the cultural heritage of Nizhny Novgorod]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhny Novgorod : Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t, 2020, № 4. P. 181–188.
2. Nevlyutov M. R. Performativnost arkhitektury [Performativity of architecture]. Khudozhestvennye miry XXI veka. Puti integratsii arkhitektury i art-praktik: kollektivnaya monografiya. Ed. T. G. Malinina. Moscow : BuksMArt, 2020., 500 p.: il., p. 216–225.
3. Rossi A. Nauchnaya avtobiografiya [Scientific autobiography, Italian: Autobiografia scientifica]. Per. s it. Golubtsova A. Moscow, Strelka Press, 2015, 176 p.
4. Dutsev M. V. Teatralnost kak put modernizatsii arkhitekturnoy sredy sovremennogo goroda [Theatricality as a way to modernize the architectural environment of a modern city]. Arkhitekturnaya modernizatsiya sredy zhiznedeyatelnosti: istoriya i teoriya [Architectural modernization of the living environment: history and theory]. Kniga 1. Moscow–Saint-Petersburg : Arkhi.ru – Kolo, 2022. Otvetstvenny redaktor-sostavitel I. A. Bondarenko. URL: <https://archi.ru/lib/book.html?id=2146113846&fl=2&sl=2>.

© М. В. Дутцев, 2023

Получено: 04.02.2023 г.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 725.2:725.74

**А. Л. ГЕЛЬФОНД, акад. РААСН, д-р архитектуры, проф., зав. кафедрой
архитектурного проектирования**

«ОКЕАНИС» КАК ТИП МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: gelfond@bk.ru

Ключевые слова: архитектурная типология, аквапарк, многофункциональный комплекс, торговый центр, общественное пространство, атриум, галерея.

Статья посвящена архитектуре значимого объекта – центра «Океанис» в Нижнем Новгороде. Анализируя его архитектуру, автор выявляет новые черты типологии многофункциональных комплексов. Органичное соединение в одном объекте двух разнохарактерных общественных функций – физкультурно-спортивной и торговой – каждая из которых выступает как доминирующая, и одновременно их преднамеренное разделение представляется возможным благодаря объединяющей третьей составляющей – развитой функции досуга. Сооружение трактуется в статье одновременно и как здание, и как общественное пространство.

Введение

Известно, что крайне редко определенный тип общественных зданий выступает «в чистом виде»: гораздо чаще в практике проектирования и строительства обращаются к многофункциональным зданиям и комплексам. Единый методологический подход к их проектированию гласит, что функциональные процессы в них должны происходить независимо друг от друга, в то же время единое объемно-планировочное решение должно обеспечить удобные взаимосвязи и беспрепятственную возможность совместного функционирования. При этом помещения различного назначения, входящие в состав такого комплекса, проектируются по нормам, принятым для каждого конкретного типа общественного здания, а в отличие от специальных общие и вспомогательные помещения для различных элементов многофункционального комплекса могут быть объединены.

В отечественной и зарубежной практике сложились определенные типы многофункциональных комплексов: рекреационно-досуговые, административно-торговые, спортивно-оздоровительные, гостинично-деловые. Ряд можно продолжить. Самое общее название «центры выходного дня» вообще не включает в свой состав указание на функцию, а восходит к характеру времяпрепровождения потребителя.

Объект, о котором пойдет речь в настоящей статье, – многофункциональный комплекс «Океанис» в Нижнем Новгороде – объединяет два самостоятельных типа общественных зданий: торговый центр и аквапарк. И здесь необходимо отметить несколько моментов:

– составляющие комплекса относятся к разным пунктам действующей классификации по Своду правил: торговый центр – к п. 3.1. Предприятия розничной и мелкооптовой торговли, а также торгово-развлекательные комплексы, аквапарк – к п. 4.1. Объекты физкультурного, спортивного и физкультурно-



досугового назначения [1];

– каждый из этих двух типов объектов уже многофункционален по определению;

– при равнозначном внимании к обеим зонам главным аттрактором, несомненно, является аквапарк – первый развитый комплекс такого типа в Нижнем Новгороде.

Как правильно назвать такой комплекс? «Физкультурно-торговый»? «Торгово-физкультурный»? Или просто «досуговый»? Думается, что его прозрачное название «Океанис» как интегральное исключает обязательность ответа на эти вопросы.

Градостроительное решение

Многофункциональный комплекс «Океанис» (архитектурное решение, интерьеры: ООО «Творческая мастерская архитектора Быкова»; инженерные разделы проекта термальной и водной зон аквапарка: ООО «ТЕХСТРОЙ», Москва; генпроектировщик: ООО МСК «МОСТК», 2016–2021 г.) размещается на проспекте Гагарина – оживленной магистральной улице городского значения, на которую выходит западным фасадом. С южной стороны участок граничит с большой рекреационной зоной – парком «Швейцария», с восточной – с крутым откосом реки Оки. Таким образом, на участке сошлись все значимые для городской идентичности Нижнего Новгорода факторы как природные, так и антропогенные: река, гора, лес и магистраль.

С градостроительной точки зрения «Океанис» органично встраивается в сложившуюся вдоль проспекта Гагарина цепочку крупных объектов периода архитектуры советского модернизма: бассейн «Дельфин», гостиница «Ока», Дворец спорта, удерживая при этом акцентное положение на проспекте.

Тема волн, заданная внутренним наполнением – аквапарк – проходит через все фасадные плоскости крупного параллелепипеда, преднамеренно сбивая масштаб сооружения и превращая его в арт-объект (рис. 1 цв. вклейки). Тема имеет выраженную тектонику: набирая высоту, волны загугают, а на нижнем уровне гигантские непрорезные арки артикулируют главный протяженный фасад, приглашая вовнутрь, обозначая общность подходов к работе с внешним и внутренним пространством. «Здания-арки, фиксируя переходное состояние между внешним и внутренним, общественным и частным пространством, выступают в двух главных ипостасях: как самостоятельное многофункциональное здание и как элемент общественного пространства – «калитка, ворота, окно, рама, портал» в архитектурной среде» [2].

В этой связи, забегая вперед, отметим, что «внутреннее пространство представляет из себя микрогород, где есть улицы-галереи с присущим им озеленением, местами отдыха и малыми архитектурными формами» [3].

Итак, функционально многофункциональный комплекс делится на два основных блока: торгово-развлекательную часть и аквапарк с термальной зоной и фитнесом. В соответствии с этим строительство объекта выполнялось в два этапа: первый этап – торговая часть с подземной автостоянкой, второй – аквапарк. Предлагаем рассмотреть объемно-пространственное решение комплекса в соответствии с этой логикой.

Объемно-пространственное решение

Торговая часть и аквазона связаны единым объемно-пространственным решением в призматической форме, объединены системой арок, ассиметрично распределенных по периметру здания, а также пешеходной галереей, которую образует первый этаж, заглубленный относительно плоскости фасада. В то же



время на главном фасаде визуально две части комплекса разделены главной входной группой, сформированной большим перспективным порталом, что отражает внутреннюю функционально-планировочную структуру.

Торговая часть комплекса

Многофункциональные торговые центры в течение целого ряда лет являются одним из активно развивающихся типов коммерческих сооружений, в которых ключевым принципом закрепления больших площадей является выбор функций, рассчитанных на максимально широкий спектр посетителей. Посещаемость как ключевой момент экономической эффективности обозначила пути размещения таких комплексов: в центре города как месте наибольшего скопления людей; вдоль транспортных магистралей; в спальных районах. В первом случае основной покупатель или посетитель – пешеход, во втором – водитель или пассажир транспортного средства, в третьем – житель ближайших жилых кварталов. Этот тип сооружения в большой степени повлиял на ступенчатую систему обслуживания населения, существенным образом изменив отношение к ней.

Действительно, торговая часть «Океаниса» работает и на эпизодическое, и на периодическое, и на повседневное обслуживание. Это одновременно центр города, центр планировочного района и центр микрорайона. Кроме того, расположение вдоль транспортной магистрали делает объект востребованным транзитными пассажирами и гостями города. Таковы прагматические моменты, а, переходя к композиционным, необходимо отметить, что торговые центры стали вмещать в себя общественные пространства и трактуются в последние годы именно как здания-пространства. Принципиально новая роль стала отводиться при этом внутренним коммуникациям зданий: кроме транзитной они начали выполнять целый ряд функций.

Основу планировочной структуры торговой части в «Океанисе» составляют атриумы, опоясанные галереями внутренних улиц (рис. 2 цв. вклейки). Именно напротив них снаружи располагаются главные входы в здание, а на их пересечении во внутреннем пространстве сосредоточены узлы вертикальных коммуникаций – эскалаторов, траволаторов, панорамных лифтов.

На V Всероссийском архитектурном смотре-конкурсе национальная премия «Лучший интерьер» интерьеры торговой части комплекса «Океанис» были отмечены высшей наградой в номинации «Реализованный общественный интерьер» – Гран-при конкурса – Золотым знаком *Best Interior Festival*.

Вокруг атриумов komponуются основные планировочные элементы здания (рис. 3 цв. вклейки). Принята следующая схема функционального зонирования [4]:

– на подземном уровне располагаются автостоянка, технические помещения, загрузочные магазинов;

– на 1-м этаже – входные группы, магазины продовольственных и непродовольственных товаров, помещения клининга, складские и технические помещения, загрузочные магазинов;

– на 2-м этаже – входная группа аквапарка, магазины по продаже непродовольственных товаров, ресторан на 100 посадочных мест;

– на 3-м этаже – островная торговля, детская игровая зона, магазины по продаже непродовольственных товаров, коворкинг, каток;

– на 4-м этаже – магазины по продаже непродовольственных товаров, помещения офисов и администрации, фуд-корт на 400 посадочных мест, рестораны.

Аквапарк

Как было сказано выше, главным «магнитом» является в «Океанисе» аквапарк

**К СТАТЬЕ А. Л. ГЕЛЬФОНД «ОКЕАНИС» КАК ТИП
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА»**



Рис. 1. Многофункциональный комплекс «Океанис». Вид с пр. Гагарина (фото М. Дуцева, 2023). Вид со стороны Оки (фото А. Гельфонд, 2023)



Рис. 2. Интерьер торгового центра (фото А. Гельфонд, 2023)

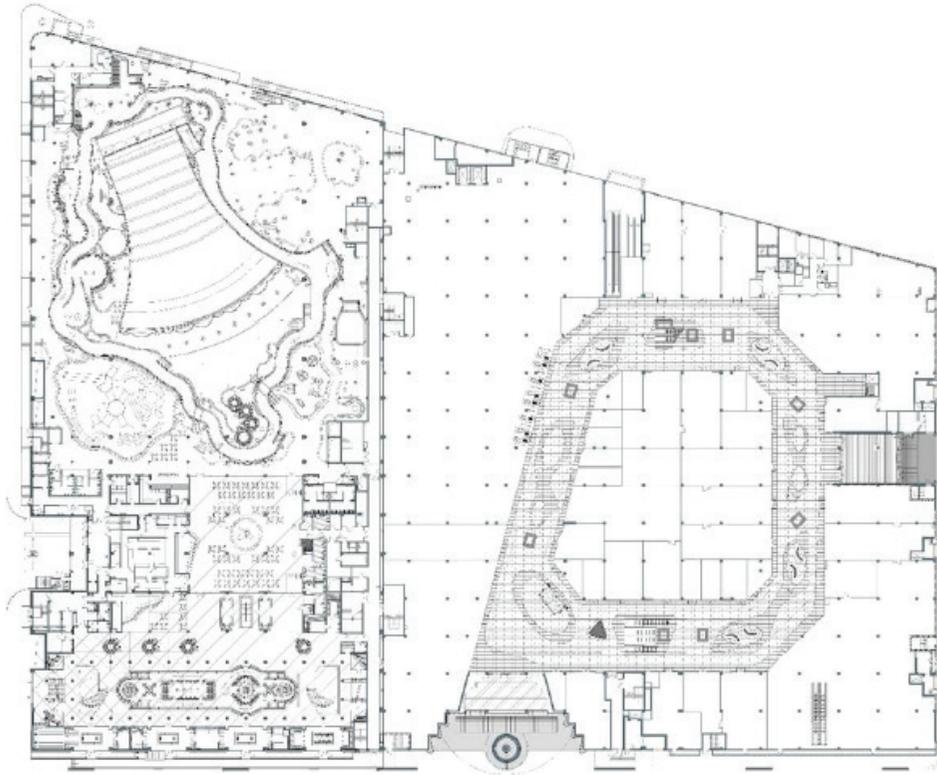


Рис. 3. План 1-го этажа (предоставлен ТМА Быкова)



Рис. 4. Интерьер аквапарка (фото А. Гельфонд, 2023)

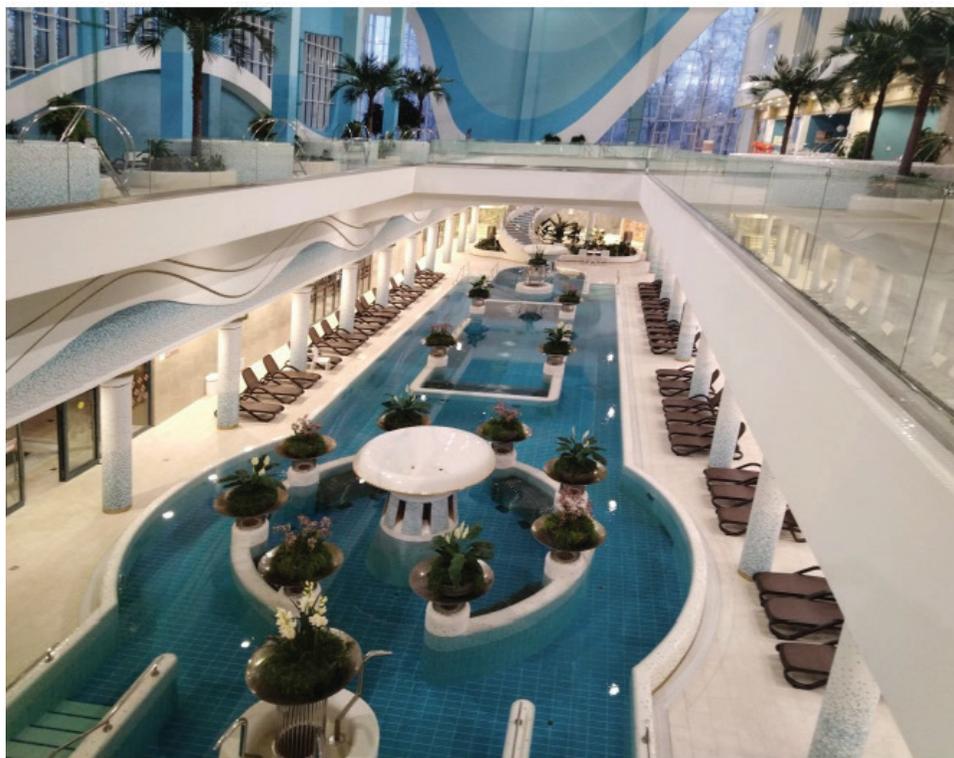


Рис. 5. Интерьер термальной зоны (фото А. Гельфонд, 2023)



(рис. 4 цв. вклейки). Аквапарк – бассейн или комплекс бассейнов, имеющий в своем составе водные аттракционы: горки, искусственные волны, течения, водопады, фонтаны, гидро- и аэромассажные устройства, зоны отдыха и другие функциональные объекты.

Объем аквапарка размещен в юго-западной части комплекса и состоит из следующих основных групп помещений: входная, термальная, водная, фитнеса, питания, административная и служебно-техническая. Все блоки аквапарка представляют целостную структуру перетекающих пространств, объединенную визуальными и функционально-технологическими связями и буквально почеркнутую большим количеством воды. Помещения приспособлены для возможного пользования ими маломобильными группами населения.

Вход в аквапарк решается со второго этажа из торговой части комплекса. Входная зона включает вестибюль с гардеробом верхней одежды, кафе на 100 мест, расчетно-кассовый блок, камеру хранения, раздевалные, душевые, медпункт, процедурные и вспомогательные помещения, а также распределительный коридор, откуда осуществляется вход в водную и термальную зоны (рис. 5 цв. вклейки). Они представляют собой многосветные пространства, соединенные открытыми вертикальными коммуникациями.

К водной зоне относятся бассейны, рекреации с объектами питания и водные аттракционы. Четыре уровня водной зоны аквапарка объединены единым пространством. В аквапарке запроектированы: волновой бассейн – купальный бассейн, оборудованный специальным устройством волнообразования; гидромассажные ванны, предназначенные для расслабления и принятия водных, в том числе лечебных, процедур. Зону волнового бассейна опоясывает медленная река, протекающая по всей площади. Основным элементом является пляж волнового бассейна.

«На первом уровне – волновой бассейн, «медленная река», детские игровые зоны, гидромассажные бассейны. На остальных уровнях – старты многочисленных аттракционов. Многосветное пространство термального блока объединяет два этажа. На первом уровне – комплекс бань сухого жара и паровых, а также бассейн, ресторан и кафе. Выше – комплекс хамама в просторном атриумном пространстве» [3].

Необходимо сказать, что водная и термальная зоны – совершенно разные по настроению, цветовому решению и характеру пространства. Если особенностью аквазоны является прежде всего «наполненность» и даже избыточность как художественный прием, то для термальной зоны это солидность, неторопливость, крупный масштаб.

На первом этаже между этими зонами находится ресторан. В целом группа помещений питания размещена в центральной части аквапарка в виде компактного функционального блока с вертикальным зонированием.

Блок фитнеса располагается на третьем этаже и включает залы индивидуальных занятий, спиннинга, групповых занятий, йоги и пилатеса, аэробики, тренажерный зал, а также зал бассейна с универсальной ванной. Вход в фитнес организован из торговой галереи. Технические и административно-хозяйственные помещения комплекса размещены в подвальной части [4].

Внутренняя отделка помещений объекта требует отдельной статьи. Отмечу лишь, что сочетание природных и искусственных материалов – естественного камня, самой разнообразной керамики – одновременно работает и на уникальность каждого пространства, и на целостность комплекса.



Композиционно-художественное решение

Выше мы уже обозначили основную художественную тему фасадов, навеянную авторам архитектурного решения (архитекторы: Слепов Д. М., Сазонов А. М., Летягина А., Оржевская Э., Оганина С. С.) функциональным наполнением объекта – ассиметричные синие волны по светлому фону фасадов. Необходимо отметить «неслучайное» появление акцентов на фасаде – они отмечают главные композиционные узлы планировочного решения.

Для реализации такого образного решения применена достаточно сложная и инновационная наружная отделка фасадов. На здании применяются технологии двойного фасада: используются кассеты из алюминиевого листа, из композитного материала разных цветов. Фасад здания, выходящий на пр. Гагарина, выполнен с применением кассет из перфорированного алюминиевого листа. Для контрастного по материалу и цвету заполнения арок применена штукатурка *Caparol*.

«Цельность фасадного решения двух основных функциональных зон с противоположными требованиями по естественной освещенности достигается за счет применения двойного перфорированного фасада с глухим и светопрозрачным внутренним контуром» [3].

Уникальная геометрия облицовки главного входа здания выполнена с использованием вальцованных кассет из композитного материала. Каждая кассета имеет выпуски на боковой поверхности и цепляется за соседнюю, таким образом объединяет всю арку между собой. Визуальной отбивкой между волнами служат кассеты, утопленные вглубь относительно основной плоскости фасада. Перфорированные кассеты, установленные перед витражной системой термальной зоны, защищают помещение от прямых солнечных лучей, что позволяет снизить эксплуатационные расходы на охлаждение помещения. Система перфорации также снижает уровень воздействия на помещение шума магистральной улицы. Диапазон фракции перфорации исключает возможность прямой видимости помещений из окон противоположащей жилой застройки, но сохраняет визуальную связь с окружением изнутри помещения [4].

Первый этаж здания заглублен относительно главной плоскости фасада. Пешеходную галерею компенсирует шум транспортной магистрали, защищает от атмосферных осадков, создавая сомасштабное человеку пространство, дает возможность отвлечься от суеты города и настроиться на релаксацию.

Вечерняя подсветка выполнена в полном соответствии с композиционно-художественным решением и тектоникой объекта и сообщает ему дополнительную остроту.

Выводы

В результате рассмотрения комплекса «Океанис» на основе анализа его градостроительного, объемно-пространственного и композиционно-художественного решения приходим к следующим выводам о его особенностях как типа многофункционального объекта:

– выраженная двухчастность, которая лежит в основе функциональной программы комплекса – торговый центр и аквапарк – задала тему бинарности архитектурному решению;

– по месту в системе обслуживания объект рассчитан на жителей окружающего района, всего города, а также гостей Нижнего Новгорода;

– с градостроительной точки зрения большой размер сооружения отвечает постановке объекта на важной транспортной магистрали, в то же время крупные членения фасадов преднамеренно сбивают масштаб сооружения, превращая его в



арт-объект;

– объемно-пространственное и функционально-планировочное решение обеспечивают автономное и в то же время коммуникативное функционирование торгового центра и аквапарка в едином комплексе;

– композиционно-художественное решение базируется на прямых ассоциациях с функциональным назначением объекта: тема синих волн, набегающих на белый песок;

– артикуляция фасадов крупными волнами-арками продиктована планировочной структурой объекта, такой подход можно трактовать как определенное проявление протофункционализма;

– идеология проектирования «закрытого» общественного здания восходит к подходам к проектированию открытых общественных пространств;

– внешнее и внутреннее слились воедино в главной теме организации пространства: внутренние многоуровневые улицы-галереи максимально компенсируют прагматичность транспортной магистрали снаружи.

Автор статьи выражает искреннюю благодарность ГАП ТМА Быкова Д. М. Слепову за всестороннюю помощь в подготовке статьи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 118.13330.2022. Общественные здания и сооружения : свод правил : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 мая 2022 г. № 389/пр : дата введения 20 июня 2022 г. : [редакция от 26 июля 2022 г.]. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

2. Гельфонд, А. Л. О пространственной типологии зданий-арок / А. Л. Гельфонд. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2020. – № 2. – С. 47–60.

3. Тарабарина, Ю. Удивительный Нижний / Ю. Тарабарина. – URL: <https://archi.ru/projects/russia/17474/mnogofunktionalnyi-kompleks-oceanis>. – Текст : электронный.

4. Многофункциональный комплекс по адресу: г. Нижний Новгород, Советский район, пр. Гагарина, 60. II очередь строительства (1 и 2 этапы) : проектная документация. Раздел 3. Книга 1. Архитектурные решения. АР/2016-42-АР / Мост К, Творческая мастерская архитектора Быкова. – Нижний Новгород, 2016. – Текст : непосредственный.

GELFOND Anna Lasarevna, academician of RAACS, doctor of architecture, professor, holder of the chair of architectural design

THE «OCEANIS» AS A TYPE OF A MULTIFUNCTIONAL COMPLEX

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83; e-mail: arch@nngasu.ru

Key words: architectural typology, aquapark, multifunctional complex, shopping center, public space, atrium, gallery.

The article is devoted to the architecture of a significant object – the «Oceanis» Center in Nizhny Novgorod. Analyzing its architecture, the author reveals new features of the typology of multifunctional complexes. The organic combination of two diverse social functions in one object – physical culture-sportive and trading, each of which being a dominant, and at the same time their deliberate separation, is possible due to the third unifying component - the developed function of leisure. The construction is treated in the article both as a building and as a public space.



REFERENCES

1. SP 118.13330.2022. Obschestvennye zdaniya i sooruzheniya [Public buildings and structures] : svod pravil : utverzhdyon prikazom Min-va stroit. i zhilishchno-kommun. khozyaystva RF ot 19 maya 2022 g. № 389/pr : data vved. 20 iyunya 2022g. : red. ot 26 iyulya 2022 g. – URL: <http://www.consultant.ru>.
2. Gelfond A. L. O prostranstvennoy tipologii zdaniy-arok [About the spatial typology of buildings-arches] // Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and Construction]. 2020, № 2. P. 47–60.
3. Tarabarina Yu. Udivitelny Nizhniy [Incredible Nizhny]. URL : <https://archi.ru/projects/russia/17474/mnogofunktionalnyi-kompleks-okeanis>.
4. Mnogofunktionalny kompleks po adresu: g. Nizhniy Novgorod, Sovetskiy rayon, pr. Gagarina, 60 [Multifunctional complex at the address: Nizhny Novgorod, Sovetsky district, Gagarin Ave., 60]. II ochered stroitelstva (I i 2 etapy). Proektnaya dokumentatsiya. Razdel 3. Kniga 1. Arkhitekturnye resheniya. AR/2016-42-AR, Most K, Tvorcheskaya masterskaya arkhitekтора Bykova. Nizhny Novgorod, 2016.

© А. Л. Гельфонд, 2023

Получено: 04.02.2023 г.

УДК 72.01:502

Е. В. ДЕНИСЕНКО¹, канд. архитектуры, доц. кафедры конструктивно-дизайнерского проектирования, зам. директора по развитию Института дизайна и пространственных искусств; **А. А. ЖАНДАРОВА²**, аспирант кафедры архитектурного проектирования

ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ БИОНАПРАВЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННОГО ОПЫТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

¹ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18. Тел.: (843) 233-71-09; 8-904-764-91-27; эл. почта: e.v.denisenko@bk.ru

²ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83; эл. почта: arch@nngasu.ru

Ключевые слова: бионаправленная архитектура, живая архитектура, природные системы, взаимодействие архитектуры и природы, окружающая среда.

Качество архитектуры и архитектурного пространства возможно улучшить за счет «внедрения» в окружающую среду имитаций экосистемы. Конечная цель бионаправленной архитектуры: подражание и изучение абсолютного совершенства на примерах жизнедеятельности природы. Приведение теории к практике, применение существующих и новых технологий бионаправленной архитектуры позволит улучшить городскую ткань.

Сегодня человечество вынужденно существовать в урбанизме. Людям необходимо жилое пространство, дающее успокоение, комфорт и энергетику, которую человечество всегда черпало в общении с природой. Этим важным



условиям отвечает бионаправленная архитектура¹, предлагающая с комфортом проживать в конгломерате и быть частью живой природы.

«Любая форма проектирования, которая сводит к минимуму экологически деструктивное воздействие, основывается на интеграции в архитектуру жизненных процессов». – Стюарт Коуэн² и Сим Ван дер Райн³. Бионаправленная архитектура представляет собой важную часть течения «оздоровления» окружающей среды, где уменьшение потребления биологических ресурсов реализуется за счет использования антропогенной материи [1].

Детальное изучение современного опыта проектирования таких стран как: Россия, Япония, Китай, США, Канада, Швейцария, Нидерланды, Испания, Франция и сопоставления психологических, физиологических и когнитивных преимуществ человека, привело к выведению принципов формирования бионаправленной архитектуры: *принцип взаимодействия с окружающей средой, принцип применения природных аналогий в архитектурном пространстве, принцип организации природного пространства* (рис. 1, 2 цв. вклейки).

1. Принцип взаимодействия с окружающей средой (рис. 1 цв. вклейки) отражает взаимосвязь архитектурной и природной среды, демонстрирует методы, которыми возможно улучшить и оживить архитектурное пространство, способствует внедрению интеллектуальным способностям архитектуры и внедрению объекта в контекст [2].

а) Визуальный контакт с природой – вид на элементы природы, живые системы и природные процессы. В окружающей среде: естественный поток воды, растения, животные, насекомые, окаменелости, природный ландшафт. В архитектурной среде: искусственный водоем, зеленая стена, иллюстрации с изображением природы, искусственные ландшафты, остекление и прозрачность.

Всемирная торговая организация, *Wittfoht Architekten*⁴ (2013 год), представляет собой интегрирование архитектуры и природы. Благодаря максимальному остеклению обеспечивается ощущение прозрачности, открытости и беспрепятственному виду на окружающую среду.

б) Невизуальный контакт с природой – слуховые, тактильные, обонятельные или вкусовые раздражители, порождающие преднамеренное и позитивное отношение к природе. В окружающей среде: ароматные травы и цветы, пение птиц, шум воды, изменение погоды (дождь, ветер, град), фактурные материалы, теплые / холодные поверхности. В архитектурной среде: цифровая имитация звуков воды и природы, имитирование текстуры натуральных материалов, садоводство / огородничество [20].

¹«Бионаправленная архитектура – направление в архитектуре, характеризующееся привлечением природной составляющей – цитирование, копирование или интерпретации форм, структур, процессов или природных элементов» – из диссертации Денисенко Е. В. «Принципы формирования архитектурного пространства на основе биоподходов», 2013 г.

²Стюарт Коуэн – американский архитектор. Вместе с Сим Ван дер Райном дал определение экологическому дизайну.

³Сим Ван дер Райн – американский архитектор. Профессиональный интерес Ван дер Райна заключался в применении принципов физической и социальной экологии к архитектуре и экологическому дизайну.

⁴Wittfoht Architekten – немецкая архитектурная компания.



Национальный музей Холокоста, *Studio Libeskind*⁵ (2017 год), «встраивается» в окружающую среду и ощущается при тактильном контакте с материалами. Каменная галька вокруг здания выстраивает фактурный ландшафт из различных хвойных деревьев.

в) *Неритмичные сенсорные раздражители* – эфемерная связь с природой. В окружающей среде: движение облаков, воды, насекомых и животных, щебетание птиц. В архитектурной среде: использование динамичных материалов, отсветы воды на поверхностях, тени на фасадах, транслирование звуков природы с непредсказуемым интервалом [3].

Музей Бойманс ван Бейнинген, *MVRDV*⁶ (2021 год), отражает в себе окружающую среду полностью растворяясь в ней. Архитектура, реагируя на свет, движение, поддерживает связь с природой.

г) *Изменчивость теплового / воздушного потока* – минимальные изменения в температуре воздуха, имитирующее природную среду. В окружающей среде: увеличение / уменьшение солнечного тепла, игра света и тени, сияющая поверхность материалов, пространство / ориентация места, растительность с сезонными изменениями. В архитектурной среде: системы управления, использование перекрестной вентиляции.

В проекте *Colònia Güell*, Антонио Гауди⁷ (1915 год), изменение солнечного света тщательно контролируется, а ощущение воздуха обеспечивает непрерывную связь с окружением. Проект представляет собой продолжение природной среды, как во внешнем, так и во внутреннем пространстве.

д) *Присутствие воды* – условие, увеличивающее впечатление места через касание или прослушивания звуков воды. В окружающей среде: река, ручей, океан, пруд, визуальный доступ к дождевым потокам. В архитектурной среде: искусственный водопад, аквариум, фонтан, отражение воды (реальные или имитирующие) на другой поверхности [4].

«Город искусств и наук», Сантьяго Калатравы⁸ (2011 год), отражается в зеркале воды бассейна, окружающего весь комплекс. Вода тесно связывает новую структуру с природной средой.

е) *Динамичный / рассеянный свет* – использование различных интенсивностей света, которые изменяются с течением времени, для создания условий природной среды. В окружающей среде: дневной свет с разных углов зрения, прямые солнечные лучи, суточный и сезонный свет, биолюминесценция. В архитектурной среде: распределение света, диффузное освещение на стенах и потолке, акцентное освещение [3].

⁵Studio Libeskind – американская архитектурная компания Даниэля Либескинда. Либескинд – польско-американский архитектор, известный благодаря своему революционному экспрессивному методу проектирования и смелым дизайнерским решениям.

⁶*MVRDV* – роттердамская архитектурная и градостроительная практика, основанная в 1993 году. Название является аббревиатурой от членов-основателей: Вини Маас, Якоб ван Рейс и Нагали де Фриз.

⁷Антонио Гауди – испанский архитектор, большинство проектов которого, включая самую масштабную его постройку, храм Святого Семейства, возведено в Барселоне.

⁸Сантьяго Калатрава – архитектор, скульптор и инженер. Автор почти полусотни проектов по всему миру. Одним из основных источников вдохновения Калатрава называет природу и естественные материалы. В своих работах он развивает принципы биомиметики, или органического формообразования.

К СТАТЬЕ Е. В. ДЕНИСЕНКО, А. А. ЖАНДАРОВОЙ «ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ БИОНАПРАВЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННОГО ОПЫТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

ПРИНЦИП ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ						
отражает взаимосвязь архитектурной и природной среды, демонстрирует методы, которыми возможно улучшить и оживить архитектурное пространство, способствует внедрению интеллектуальным способностям архитектуры и внедрению объекта в контекст						
ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТАКТ С ПРИРОДОЙ	НЕВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТАКТ С ПРИРОДОЙ	ПЕРИТИМНЫЕ СЕНСОРНЫЕ РАЗДРАЖИТЕЛИ	ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА	ПРИСУТСТВИЕ ВОДЫ	ДИНАМИЧНЫЙ РАССЕЯННЫЙ СВЕТ	СВЯЗЬ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

*Каждый цвет отвечает за определенный параметр, отображающий принцип формирования бионаправленной архитектуры. Представленные архитектурные проекты имеют несколько параметров.

Рис. 1. Принципы формирования бионаправленной архитектуры. Принцип взаимодействия с окружающей средой

ПРИНЦИП ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ АНАЛОГИЙ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ			ПРИНЦИП ОРГАНИЗАЦИИ ПРИРОДНОГО ПРОСТРАНСТВА			
отражает планировочную организацию архитектурной среды			отражает гармоничный облик архитектурной среды, отвечает за природный контекст в структуре архитектуры и гармоничный внешний вид объекта			
БИОМОРФНЫЕ ФОРМЫ И УЗОРЫ	МАТЕРИАЛЫ, КОНТАКТИРУЮЩИЕ С ПРИРОДОЙ	УСЛОЖНЕННОСТЬ И ПОРЯДОК	УЛИЦА	УКРЫТИЕ	ТАЙНА	РИСК / ОПАСНОСТЬ
Melnikov House, Konstantin Melnikov, Россия. 1929	California Academy of Sciences, Renzo Piano Building Workshop, США. 2008	Skolkovo Institute, Herzog & de Meuron, Россия. 2018	Бамбуковый павильон, DnA Design and Architecture, Китай. 2015	ARC, BERNASKONI, Россия. 2012	Kraemer Radiation Oncology Center, Yazdani Studio of CannonDesign, США. 2015	Iesom, Sozonych, Россия. 2018
Calgary Central Library, Snohetta, Канада. 2018	Открытая Галерея, Xiaohui Designer Studio, Китай. 2012	Sugamo Shinkin Bank - Nakaooki branch, emmanuelle moureaux architecture + design, Япония. 2014	The Farnsworth House, Mies van der Rohe, США. 1951	Церковь Света, Тадао Андо, Япония. 1999	Underground Parking Katwijk aan Zee, Royal HaskoningDHV, Нидерланды. 2016	House in Itsuura, Life Style Koubou, Япония. 2014
Science Hills Komatsu, Mari Ito + UAO, Япония. 2013	KOHTEL SANDWICH, Япония. 2016	Habitat 67, Safdie Architects, Канада. 1967	Barcelona Pavilion, Mies van der Rohe, Испания. 1929	Поселок хоббиггов, Vetsch Architektur, Швейцария. 1978	AD Classics: Palais Bulles, Antti Lovag, Франция. 1989	Maison Bordeaux, OMA, Франция. 1998
TWA Terminal, Eero Saarinen, США. 1962	Sports Park Willem - Alexander, MoedersheimMooen Architects, Нидерланды. 2016	BIG and BARCODE Win Competition for the Sluishuis Housing in Amsterdam, Нидерланды.	Vieux Port Pavilion, Foster + Partners, Photos by Edmund Sumner, Франция. 2013	Loud Shadows, Plastique Fantastique, Нидерланды. 2017	SAIT Parkade, Bing Thom Architects, Канада. 2009	Glacier Skywalk, Sturgess Architecture, Канада. 2014
Aquamundo - Center Parcs Moselle, ARTUR Architectes Mandataire, Франция. 2010	Birdhut, Studio North, Канада. 2017	Unite d' Habitation, Le Corbusier, Франция. 1952	Markthal Rotterdam, MVRDV, Нидерланды. 2014	Museumotel, Pascal Hausermann, Франция. 1967	Villa Vals, SeARCH + CMA, Швейцария. 2009	Wilo, Benthem Crouwel Architects, Нидерланды. 2009

*Каждый цвет отвечает за определенный параметр, отображающий принцип формирования бионаправленной архитектуры. Представленные архитектурные проекты имеют несколько параметров.

Рис. 2. Принципы формирования бионаправленной архитектуры. Принцип применения природных аналогий в архитектурном пространстве / Принцип организации природного пространства



Архитектура Нотр-Дам-дю-О, Ле Корбюзье⁹ (1955 год), порождает множество пространственных ощущений благодаря игре света и тени. Комбинация разных по величине проемов, отражающих плоскости, обеспечивает множество световых лучей в каждом из трех полукуполов, возвышающихся над крышей, и служит «светозабирающими» устройствами.

ж) *Связь с окружающей средой* – осознание природных процессов, характерных здоровой экосистеме. В окружающей среде: изменение погоды (дождь, град, снег, ветер, облака, туман, гром, молния), гидрология, геология, поведение животных, опыление, рост, старение, разложение, суточный узор (отбрасывание тени, интенсивность света), сезонные факторы. В архитектурной среде: моделирующие системы естественного освещения, места обитания дикой природы, воздействие водной инфраструктуры, использование естественных материалов (дерево, камень, медь, бронза, кожа).

Палестинский музей, *Heneghan peng architects*¹⁰ (2017 год), интегрированный в окружение, с помощью каменистых каскадов. Архитектура рассказывает множество историй про богатый и разнообразный ландшафт, растения, тем временем олицетворяют историю Востока и Запада.

2. Принцип применения природных аналогий в архитектурном пространстве (рис. 2 цв. вклейки) отражает гармоничный облик архитектурной среды, отвечает за природный контекст в структуре архитектуры и гармоничный внешний вид объекта [5].

а) *Биоморфные формы и узоры* – символическая ссылка на контурные, узорчатые или текстурированные механизмы, существующие в природе. Декор: обои, ткани, ковры, детали окон – отделка и молдинги, цвет, текстура, фактура, установка отдельно стоящих скульптур. Форма / функция: форма здания / планировки, акустическая обшивка, структурные системы [3].

В проекте Лувра, Жана Нувеля¹¹ (2017 год), символика отражена в устройстве «архипелага», накрытого большим биоморфным узором – кружевным куполом. Оригинальность формы купола отсылает к озеленению оазисов, создающие тень кроной с проблесками света.

б) *Материалы, контактирующие с природой* – материалы и элементы природы, отражающие местную экологию / геологию. Декор: акцент на детали, издѐлия из дерева, каменная кладка, естественная цветовая палитра. Форма / функция: структурные системы, природный фасадный материал.

Калифорнийская академия наук, Ренцо Пиано¹² (2008 год), «подстраивается» под местный ландшафт и его форму. «Живая крыша» покрытая автохтонными растениями, отражает взаимосвязь с окружающей средой.

в) *Усложненность и порядок* – пространственная иерархия, встречающаяся в природе. Декор: обои и дизайн пола, текстурированный материал, слуховые раздражители, разнообразие растений, ароматы – комплекс масел. Форма / функция: открытая структура – экзоскелет, воздействие механических систем, фасадные материалы, пешеходные и транспортные потоки.

⁹Ле Корбюзье – гениальный французский зодчий, последователь модернистского и функционалистского стилей в архитектуре XX века, дизайнер, публицист и живописец, основоположник пуризма.

¹⁰Heneghan peng architects – архитектурная фирма, основанная Ройсином Хенеганом и Ши-Фу Пенгом в 1999 в Нью-Йорке.

¹¹Жан Нувель – французский архитектор, лауреат Притцкеровской премии 2008 года.

¹²Ренцо Пиано – итальянский архитектор, постмодернист. Он является лауреатом Притцкеровской премии 1998 года, одним из основателей стиля хай-тек и владеет



архитектурной мастерской Renzo Piano Building Workshop.

Сколковский институт науки и технологий, *Herzog & de Meuron*¹³ (2018 год), имеет простую, проницаемую, интегрированную и монументальную форму. Несмотря на сложность и иерархию схемы, архитектура остается полностью интегрированной с окружающей средой.

3. Принцип организации природного пространства отражает планировочную организацию архитектурной среды, основан на гармоничной связи архитектуры и природного пространства, использование имеющего в окружающей среде биоразнообразия, богатство которого сохраняет устойчивость природы и среды [6].

а) *Улица* – беспрепятственный вид на окружающую среду. Пространственные характеристики: фокусные расстояния, разделение высот. Архитектурные характеристики: прозрачные материалы (балконы, террасы, подиумы, лестницы, открытые поэтажные планы).

Архитектура Фарнсворт Хаус, Миса ван дер Роя¹⁴ (1951 год), отражает в себе принцип беспрепятственного вида на окружающую среду. Полностью остекленный каркас использует преимущества своего природного окружения.

б) *Укрытие* – место для вывода из условия окружающей среды, в которой человек защищен. Пространственные характеристики: модульное убежище (высокая спинка стула, накладные решетки), частичное убежище – покрытие нескольких сторон, обширное убежище. Общие характеристики: пространство для размышления (медитация, отдых), природное пространство с визуальной конфиденциальностью, снижение или изменение яркости света или температуры.

Церковь Света, Тадао Андо¹⁵ (1999 год), представляет собой медитацию и погружение в глубину души. В брутальности материалов и призрачности света олицетворяется двойственность природы.

в) *Тайна* – обещание большей информации через частично скрытый вид, побуждающее человека исследовать окружающее пространство. Пространственные характеристики: слуховая стимуляция от незаметного источника, извилистые пешеходные пути, затемнение поверхностей. Общие характеристики: игра света и тени, звук и вибрация, аромат, движение, свето-прозрачные материалы.

Подземный паркинг *Katwijk aan Zee, Royal Haskoning DHV*¹⁶ (2016 год), «спрятался» в дюнах, вписываясь в ландшафт. Проект побуждает к исследованию местности для получения большей информации об объекте.

г) *Риск / опасность* – идентификация угрозы в сочетании с надежной гарантией. Восприятие риска: падение, боль, потеря контроля. Пространственные характеристики: высота, гравитация, вода. Общие характеристики: архитектурная консоль, двойная высота, прозрачность потолка, прозрачные перила или плоскость пола.

В проекте Стекланный мост, Хаима Дотана¹⁷ (2015 год), этот принцип отражается в полной мере. Опасность и риск в сочетании с любопытством, желанием получить адреналин и удовольствие.

¹³Herzog & de Meuron – Швейцарское архитектурное бюро, открытое в 1978 году двумя уроженцами Базеля, Жаком Херцогом и Пьером де Мероном.

¹⁴Людвиг Мис ван дер Роэ – германо-американский архитектор, преподаватель, один из основателей интернационального стиля в архитектуре.

¹⁵Тадао Андо – японский архитектор, лауреат Притцкерской премии, последователь Алвара Аалто. Стиль Андо был охарактеризован как «критический регионализм».

¹⁶Royal Haskoning DHV – голландское архитектурное бюро.

¹⁷Хаим Дотан – израильский и американский архитектор, городской дизайнер, поэт, философ, педагог и художник.



Установленные принципы свидетельствуют о многогранности применяемых природных составляющих в проектной деятельности. Принципы бионаправленной архитектуры, призваны информировать, направлять и помогать в разработке архитектурного пространства. Определение принципов формулируют связь между архитектурной (искусственной) и окружающей (естественной) средами, и показывают реакцию человека на них [7].

Подводя итоги, изложенные в статье, очевидно, что на сегодняшний день область бионаправленной архитектуры постоянно развивается и имеет разнообразный сценарий развития. Бионаправленная архитектура отражает иной уровень коллаборации искусств, технологий и биологии, где биологические законы решают область архитектурных решений и инновационных технологий; а также сохранение энергии, сбережение устойчивости окружающей среды и применение технологий использования возобновляемых источников энергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gruber, P. Biomimetic in architecture / P. Gruber. – Austria : SpringerWienNewYork, 2019. – 276 p.
2. Pawlyn, M. Biomimetic architecture / M. Pawlyn. – Austria : RIBA Publishing, 2021. – 11 p.
3. Strappa, G. City as organism / G. Strappa. – Rome : U+D edition, 2016. – 482 p.
4. Уморина, Ж. Э. Технологические особенности бионической архитектуры / Ж. Э. Уморина. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2019. – № 3. – С. 69–77.
5. Burnett, S. Biophilic design + biomimicry / S. Burnett. – Austria ; Poland : Arch, 2017. – 93 p.
6. Ремизов, А. Н. Экоустойчивая архитектура как процесс / А. Н. Ремизов. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – 2016. – № 4. – С. 48–51.
7. Sharifi, A. Resilient urban planning: major principles and criteria / A. Sharifi, Y. Yamagata // Energy Procedia. – 2014. – Volume 61. – P. 1491–1495.

DENISENKO¹ Elena Vladimirovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of structural design, deputy director for development of the Institute of Design and Spatial Arts; ZHANDAROVA² Anastasiya Aleksandrovna, postgraduate student of the of the chair of architectural design

CHARACTERISTICS OF THE FORMATION OF BIODIRECTIONAL ARCHITECTURE ON THE BASIS OF MODERN DESIGN EXPERIENCE

¹Kazan (Volga Region) Federal University

18, Kremlyovskaya St., Kazan, 420008, Russia. Tel.: +7 (843) 233-71-09; +7 (904)764-91-27; e-mail: e.v.denisenko@bk.ru

²Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83; e-mail: arch@nngasu.ru

Key words: bioarchitecture, living architecture, natural systems, interaction between architecture and nature, natural environment.

The quality of architecture and architectural space can be improved by “introducing” ecosystem imitations into the environment. The ultimate goal of the biodirectional architecture is imitation and study of absolute perfection through examples of the vital activity of nature. Bringing theory to practice, the application of existing and new technologies of biodirectional architecture will improve the urban fabric.



REFERENCES

1. Gruber P. Biomimetic in architecture. Austria : SpringerWienNewYork, 2019. – 276 p.
2. Pawlyn M. Biomimetic architecture. Austria : RIBA Publishing, 2021. – 11 p.
3. Strappa G. City as organism. Rome : U+D edition, 2016. – 482 p.
4. Umorina Zh. E. Tekhnologicheskie osobennosti bionicheskoy arkhitektury [Technological features of bionic architecture]. Vestnik Belgorod. gos. tekhnolog. un-ta im. V. G. Shukhova [The Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov]. 2019, № 3. P. 69–77.
5. Burnett S. Biophilic Design + Biomimicry. Austria ; Poland: Arch, 2017. – 93 p.
6. Remizov A. N. Ekoustoychivaya arkhitektura kak protsess [Sustainable architecture as a process]. Zhilishchnoe stroitelstvo [Housing Construction]. 2016, № 4. P. 48–51.
7. Sharifi A., Yamagata Y. Resilient Urban Planning: Major Principles and Criteria / Energy Procedia. – 2014. – Vol. 61. – P. 1491–1495.

© Е. В. Денисенко, А. А. Жандарова, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК 72.03:397.4

Д. А. ПИРОГОВ, аспирант кафедры архитектурного проектирования

**ОПЫТ ТРАДИЦИОННОЙ ВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ
В РАБОТЕ С ОБЪЕКТАМИ БЫСТРОВЗВОДИМОЙ СОЦИАЛЬНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ
ЧАСТЬ 1. АНАЛИЗ ИСТОРИЧЕСКОГО ОПЫТА. ОСНОВНЫЕ
ПРИНЦИПЫ АРХИТЕКТУРЫ КОЧЕВЫХ КУЛЬТУР**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: +7 (910)-798-76-99;
эл. почта: daniilspirogov@yandex.ru

Ключевые слова: быстровозводимая архитектура, объекты социальной инфраструктуры, беженцы, временная архитектура, архитектура быстрого реагирования.

Анализируется потенциал быстровозводимой архитектуры кочевых народов; рассматриваются основные типы традиционных временных построек в функциональном, конструктивном, планировочном и морфологическом аспектах. Производится попытка адаптации приемов архитектуры кочевников к условиям и запросам сегодняшнего дня.

История формирования быстровозводимой архитектуры уходит своими корнями достаточно глубоко и начала складываться задолго до появления современных архитектурных типологий.

Ранние истоки исследуемой проблематики следует искать во временных поселениях, а также в истории кочевой культуры. Несмотря на то, что это отдельная обширная тема, имеющая свои особенности изучения и требующая глубокого исторического погружения, в рамках данной статьи мне хочется в общих чертах описать и обозначить эти явления как неотъемлемые маркеры первичного этапа формирования временной архитектуры.

Главным образом в данной статье рассматриваются возможные варианты переосмысления архитектуры кочевых народов для адаптации ее особенностей



к сегодняшнему времени. Как в общих принципах, так и в отдельных приемах временной архитектуры кочевников скрыт огромный потенциал, который мог бы способствовать развитию быстровозводимой архитектуры сегодня.

Кочевники Центральной Азии, Северной Африки, приполярных районов Евразии и Северной Америки за тысячи лет накопили огромный культурный пласт, не уступающий по своему значению культурным достижениям величайших цивилизаций планеты [1]. Говоря о культуре кочевых народов, которые на ранних стадиях развития человеческой цивилизации внесли свой вклад в развитие быстровозводимой архитектуры, особенно важно затронуть опыт кочевых народов Средней Азии и Северной Африки (рис. 1 цв. вклейки).

1. Важное свойство номадической культуры – впитывать в себя черты других культур, с которыми ведется взаимодействие в виде торговли или войн. Постоянное перемещение предполагает постоянное получение новых знаний из посещаемых регионов. Одновременно с этим такой образ жизни подразумевает максимальную простоту (с логистической точки зрения) всей материальной культуры кочевников: от архитектуры до предметов быта. Важно отметить, что нельзя рассматривать какую-либо составляющую жизни кочевников в той же терминологии и той же логике, в которой принято рассматривать культуру оседлых народов [2]. Это касается и архитектуры. Для оседлых народов архитектура и строительство являлись (и являются) первоочередным явлением, так как формируют основы какой-либо производственной деятельности в условиях цивилизации такого типа, в то время как в традиционной номадической культуре первичными являются средства перемещения (лошадь) и средство производства (скот, товары, оружие), а архитектура уходит на второй или третий план. Архитектура для кочевников обретает иное значение, а, значит, имеет совершенно другие характеристики. В ней отсутствуют функции защиты и изоляции внутреннего пространства от мира вокруг. Это связано не только с экономическим или технологическим фактором, но и с мировоззренческой системой кочевников: самоощущение номадов подразумевает сильную связь между миром людей и миром природы [2]. Именно поэтому легкость конструкций и незащищенность строений, буквально тонкая грань между «внутренним» и «внешним» для кочевника является вполне естественной. А это, значит, что, говоря о культуре (в частности, архитектуре кочевых народов), следует отметить, что потребность в постоянном перемещении и, как следствие, временности строений, связана не только с экономическим фактором и формой ведения хозяйства, но и с номадической ментальностью [2].

Номадические поселения имеют ряд отличительных черт, которые совсем не свойственны поселениям оседлых народов. Важной особенностью поселений кочевников являлось то, что абсолютно все типологические единицы (жилье, сооружения общественного назначения, объекты бытового и технического обслуживания населения), во-первых, являлись быстровозводимыми и переносными, а во-вторых, были максимально унифицированы и технологически идентичны друг другу. То есть, во временном поселении все строения могли иметь один архетип и отличаться только по масштабу, качеству, внутренней планировке (имевшей достаточно условный характер и возможность быстрого изменения).

Говоря о функциональных схемах и об архитектурной типологии, интересным явлением являются общественные сооружения в кочевых культурах. Конечно, грубой ошибкой будет назвать их в чистом виде таковыми, так как это архитектурные типологии в зарождающемся виде. Чаще всего это сооружения для общественных собраний, празднований и религиозных ритуалов. Но и это еще



больше актуализирует такие постройки – многофункциональность и возможность изменять функцию, не меняя конструктивный остов.

Следует выделить общие принципы архитектуры кочевников, которые актуальны и для современной быстровозводимой архитектуры:

- быстровозводимость;
- простота сборки;
- возможность применять местные возобновляемые материалы;
- безболезненная разборка и перенос конструкций;
- модульность;
- возможность трансформации помещений.

Среди тех черт, которые ограничивают и уменьшают вклад таких сооружений в сегодняшнюю архитектуру, можно выделить:

- указанные конструктивные схемы можно использовать далеко не для всех современных ОСИ;

- ограниченность конструктивных решений. Рассмотренные постройки кочевых народов разных континентов очень схожи друг с другом, и, не принимая во внимание детали, можно выделить не так много принципиальных решений. Если еще больше обобщить, преимущественно это каркасные сооружения, представляющие круг или квадрат в плане.

В традиционной временной архитектуре можно выделить основные типы конструктивных систем:

- каркасная;
- модульная;
- мобильная.

Мобильная система подразумевает сооружение на платформе, которая может перемещаться. По этому принципу были устроены некоторые типы каркасных монгольских юрт (рис. 2 цв. вклейки). Модульная система подразумевала возможность разъединения сложной композиции на простые объемы с возможностью их дальнейшего присоединения. Чаще всего традиционные временные сооружения имели именно каркасную конструктивную систему. Можно выделить основные компоненты такого каркаса: направляющие из длинных жестких элементов (в большинстве случаев это прутья, доски или бревна древесного происхождения) и материал покрытия, который выполнял одновременно функцию утеплителя, гидроизоляции и покрытия стен / крыши (ткань, листья, гонт, дерн, другие составные рулонные материалы из природных элементов).

В зависимости от расселения народов формировались и локальные особенности временной архитектуры. Схожие по конструктиву, форме и функции объекты могли отличаться именно в материалах каркаса, обшивки, покрытий и утепления – в зависимости от климата, ландшафта, флоры и фауны.

В планировочном аспекте организация пространства временных построек кочевников всегда формируется вокруг очага и имеет достаточно размытые границы между функциональными зонами. Как упомянуто ранее, во многих случаях для такой архитектуры характерна планировка, вписанная в квадрат или в круг. Форма круга в плане, встречающаяся в традиционных постройках кочевых народов всех континентов, обуславливалась не только конструктивными особенностями, но также несла в себе мифологический подтекст. Жилище представляло собой сжатую модель мироздания – это был буквально «макет» Вселенной, основанный на представлениях о ней. В космогонии шаманских культур мир, как правило, разделялся на 3 яруса (верхний, нижний, земной), и центральная вертикальная ось

**К СТАТЬЕ Д. А. ПИРОГОВА «ОПЫТ ТРАДИЦИОННОЙ ВРЕМЕННОЙ
АРХИТЕКТУРЫ В РАБОТЕ С ОБЪЕКТАМИ БЫСТРОВЗВОДИМОЙ
СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.
ЧАСТЬ 1. АНАЛИЗ ИСТОРИЧЕСКОГО ОПЫТА. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ
АРХИТЕКТУРЫ КОЧЕВЫХ КУЛЬТУР»**



Рис. 2. Принципы формирования бионаправленной архитектуры. Принцип применения природных аналогий в архитектурном пространстве / Принцип организации природного пространства



Рис. 2. Пример традиционной мобильной архитектуры, монгольская юрта на повозке

коническая форма



АЛТАЙСКИЙ АИАЛ



ЧУМ, ЖИЛИЩЕ КОЧЕВЫХ НАРОДОВ СИБИРИ



ХИЖИНА КАМЧАДАЛОВ, КАМЧАТКА



ТИПИ, ЖИЛИЩЕ ИНДЕЙЦЕВ СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ

цилиндрическая с конической крышей



КИРГЫЗСКАЯ ЮРТА



МОНГОЛЬСКАЯ ЮРТА



ХИЖИНЫ В ЭФИОПИИ



ЯРАНГА КОРЯКОВ, КАМЧАТКА

купольная форма



ЖИЛИЩА УЧИТА, СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА



ХИЖИНЫ В ЭФИОПИИ



ЧУКОТСКАЯ ЯРАНГА

двускатные и арочные



ЖИЛИЩЕ ГУРОНОВ СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА



ЖИЛИЩЕ ТОДА АЗИЯ



КАРАФУТО, ЖИЛИЩЕ ОРОЧЕЙ, САХАЛИН



ДЛИННЫЕ ДОМА ИРОКЕЗОВ СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

сложная многоскатная



ПАЛАТКИ КОЧЕВНИКОВ В МАРОККО



КУЧИ, АФГАНИСТАН



ПАЛАТКИ КОЧЕВНИКОВ В АЛЖИРЕ



ПАЛАТКИ КОЧЕВНИКОВ В КАТАРЕ

Рис. 3. Классификация традиционной номадической архитектуры в морфологическом аспекте



круглого в плане жилища являла собой ось Мира.

Помимо простых (с композиционной и конструктивной точек зрения) в архитектуре кочевников встречаются более пространственно развитые структуры. Например, палатки афганских кочевников в провинции Бадгис, которые на языке пушту известны как «кучиан». Такие палатки перекрывают относительно большие пролеты и могут вмещать в себя большое количество людей.

В морфологическом аспекте С. И. Вайнштейн предлагает такую классификацию:

Постройки кочевников «скифского мира»:

- конический шалаш;
- пирамидально-усеченный шалаш;
- пирамидально-усеченный шалаш на повозке;
- полусферический шалаш [3].

Также С. И. Вайнштейн выделяет более 16 типов евразийских юрт в зависимости от периодики и региона создания. Основные отличия проявляются в уклоне кровли, габаритах пролета и формы крыши (от сложной луковичной до прямой).

Пользуясь более общей классификацией, не углубляясь в разнообразие подтипов, а также в периодику их существования, фокусируясь именно на морфологических особенностях (необходимых для данного исследования), среди построек кочевых народов мира можно выделить следующие типы:

- конический;
- цилиндрический с конической крышей;
- купольный (полусферический);
- пирамидальный и пирамидально-усеченный;
- двускатный и арочный (с разным профилем ската);
- сложный многоскатный.

Общий обзор с такой классификацией представлен в таблице (рис. 3 цв. вклейки). На его основе можно сделать несколько выводов. Во-первых, хочется отметить сходство приемов формообразования временных построек у кочевых народов с разных континентов. Это связано как с простотой конструктивной схемы, так и с сомасштабностью пропорций, элементов и общего объема строений человеку. Во-вторых, можно выделить, что для формирования всех рассмотренных морфотипов свойственно применение каркасной конструктивной системы с применением тентовых покрытий, выступающих в барьер между внутренним и внешним. В-третьих, с точки зрения использования опыта кочевой архитектуры в сегодняшней практике не следует утверждать об универсальности рассмотренных морфотипов. Некоторые из них (например, многоскатные палатки кочевников Северной Африки) применимы только в этом климате и не могут существовать в регионах со снежными осадками. В то время как форма юрты или чума (при всем их разнообразии) более универсальны и могут при дальнейшем переосмыслении быть востребованы в сегодняшнее время.

Основные выводы:

1. Традиционная архитектура кочевых народов имеет большой потенциал для развития быстровозводимой архитектуры сегодня. Как общая философия номадической архитектуры, так и отдельные приемы могут быть по-новому применены в современной архитектурной практике.

2. В рамках данной статьи проанализированы основные архетипы традиционных временных сооружений кочевых народов мира. Несмотря на сильные отличия в культурных, этнических, религиозных, общеисторических предпосылках, повлиявших на формирование традиционной архитектуры кочевников, можно убедиться в единстве применяемых принципов при



строительстве временных объектов.

3. Рассмотрены и обобщены основные конструктивные и планировочные особенности объектов традиционной временной архитектуры. Наиболее часто применяемая конструктивная система – каркасная, наиболее часто встречающийся абрис плана – круг или квадрат (что обусловлено не только конструктивом, но и особенностями мифологической картины мира у кочевых народов).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хакимов, Р. С. К вопросу о номадической культуре в Золотой Орде // Золотоордынское обозрение. 2015. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-nomadicheskoy-kulture-v-zolotoy-orde> (дата обращения: 30.10.2022).

2. Бадмаев, В. Н. Культура кочевых народов: к методологии вопроса // Вестник КалмГУ. 2016. № 1 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kultura-kochevyh-narodov-k-metodologii-voprosa> (дата обращения: 22.11.2022).

3. Вайнштейн, С. И. Проблемы истории жилища степных кочевников Евразии // Советская этнография, 1976. № 4. – С. 42–62.

PIROGOV Daniil Aleksandrovich, postgraduate student of the chair of architectural design

EXPERIENCE OF TRADITIONAL TEMPORARY ARCHITECTURE IN WORKING WITH OBJECTS OF PREFABRICATED SOCIAL INFRASTRUCTURE.

PART 1. ANALYSIS OF HISTORICAL EXPERIENCE. BASIC PRINCIPLES OF ARCHITECTURE OF NOMADIC CULTURES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;

Tel: +7 (910) 798-76-99; e-mail: daniilspirogov@yandex.ru

Key words: prefabricated architecture, social infrastructure facilities, refugees, temporary architecture, rapid response architecture.

The article analyzes the potential of pre-fabricated architecture of nomadic peoples, and examines the main types of traditional temporary buildings in functional, constructive, planning and morphological aspects. An attempt is being made to adapt the techniques of nomadic architecture to the conditions and demands of today.

REFERENCES

1. Khakimov R. S. K voprosu o nomadicheskoy kulture v Zolotoy Orde [On the issue of nomadic culture in the Golden Horde] // Zolotoordynskoe obozrenie [Golden Horde Review]. 2015. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-nomadicheskoy-kulture-v-zolotoy-orde> (data obrascheniya: 30.10.2022).

2. Badmaev V. N. Kultura kochevykh narodov: k metodologii voprosa [Culture of nomadic peoples: to the methodology of the issue] // Vestnik KalmGU [Bulletin of KalmGU]. 2016. № 1 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kultura-kochevyh-narodov-k-metodologii-voprosa> (data obrascheniya: 22.11.2022).

3. Waynsteyn S. I. Problemy istorii zhilisha stepnykh kochevnikov Evrazii [Problems of the history of the dwelling of the steppe nomads of Eurasia] // Sovetskaya etnografiya [Soviet ethnography], 1976, № 4. P. 42–62.

© Д. А. Пирогов, 2023

Получено: 02.12.2022 г.



УДК 728.7:397.4

Д. А. ПИРОГОВ, аспирант кафедры архитектурного проектирования

**ОПЫТ ТРАДИЦИОННОЙ ВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ
В РАБОТЕ С ОБЪЕКТАМИ БЫСТРОВЗВОДИМОЙ СОЦИАЛЬНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ
ЧАСТЬ 2. ПОТЕНЦИАЛ АРХИТЕКТУРЫ КОЧЕВЫХ НАРОДОВ.
АДАПТАЦИЯ СЛОЖИВШИХСЯ ПРИЕМОВ И ТЕХНОЛОГИЙ В
СОВРЕМЕННОМ КОНТЕКСТЕ**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: +7 (910) 798-76-99;
эл. почта: daniilspirogov@yandex.ru

Ключевые слова: быстровозводимая архитектура, объекты социальной инфраструктуры, беженцы, временная архитектура, архитектура быстрого реагирования.

Анализируется потенциал быстровозводимой архитектуры кочевых народов, рассматриваются основные типы традиционных временных построек в функциональном, конструктивном, планировочном и морфологическом аспектах. Производится попытка адаптации приемов архитектуры кочевников к условиям и запросам сегодняшнего дня.

Любое переосмысление и приспособление исторически сформировавшихся архитипических моделей в первую очередь происходит благодаря пересмотру ряда критериев, отвечающих социокультурному, градостроительному, функциональному, конструктивно-технологическому и архитектурно-художественному запросу сегодня и в прошлом. Помимо выявления упомянутых в первой части статьи сложившихся принципов архитектуры кочевников (модульность, мобильность, быстровозводимость, простота сборки), не менее важно, хотя бы в общих чертах, проанализировать причины, которые к этим принципам привели. В книге «Исчезающий город» Райт говорит о кочевнике как о мощной архаической прототипической модели мышления. Постоянное перемещение и необходимость в сборно-разборных (или передвижных) поселениях являются одновременно и причиной и следствием такого образа мысли. Райт противопоставляет два исторических архетипа человека: кочевника и пещерного жителя (строителя крепостей и основателя городов) [1]. Историческая необходимость кочевого народа перемещаться связана как с поиском нового (ресурса, культуры, ландшафта), так и с абсолютной незащищенностью и отсутствием фортификационных сооружений (если быть более точным, наличием слабозащищенных примитивных типов оборонительных построек) [2]. Сегодня у городов отсутствует необходимость обороняться в том виде, в котором она была в Средневековье. Сегодня города сами по себе стали более мобильными и динамически меняющимися в очень сжатые сроки. Также в большинстве стран номадическая культура сегодня проявляется как результат осознанного выбора индивида, семьи или сообщества, но не как образ жизни, необходимый для выживания.

Говоря о беженцах и вынужденных переселенцах, их перемещение не подразумевает перемены образа жизни (из оседлого в кочевой), но подразумевает разовые (во всяком случае, не постоянные) перемещения из опасного для жизни региона в более безопасный и стабильный. В таком случае, когда речь идет о проектировании быстровозводимых поселений или отдельных



объектов, подразумевается не столько потребность в их частом перемещении, сколько необходимость в динамическом дополнении / изменении функционального назначения.

В случае с историческими поселениями кочевых народов количество факторов, влияющих на особенности их построения и эксплуатации, было сильно ограничено:

- сезонное изменение погоды;
- вооруженные конфликты;
- изменение состава семьи (племени, общины);
- доступность материалов и уровень развития технологий в регионе;
- экономический фактор;
- особенности хозяйственно-культурного типа устройства общества.

При проектировании быстровозводимых объектов сегодня, во-первых, резко увеличивается количество этих факторов, а также они перестают быть постоянными. Среди основных факторов можно выделить:

- технологический прогресс, влияющий на все сферы жизни человека и приводящий к изменению образа и качества жизни;
- пандемии, ограничивающие формы социального взаимодействия;
- локальные конфликты и природные катастрофы;
- изменения климата;
- сосуществование и пересечение разных сообществ на одной территории, глобальное мультикультурное взаимодействие;
- доступность подходящих материалов, производимых в регионе;
- сложившаяся градостроительная ситуация;
- общая экономическая ситуация в регионе (стране);
- геологические особенности;
- уровень технологического развития в регионе.

Каждый фактор вмещает в себя большой перечень тем, но в рамках данной статьи хотелось бы рассмотреть первый из указанных факторов, касающийся технологического прогресса. Этот фактор влияет сразу на два аспекта при проектировании – на функциональный и конструктивный.

В век меняющихся технологий трансформируется и образ жизни: еще 20 лет назад было невозможно предположить, что сегодня человек станет настолько мобильным и автономным как в профессиональном и деловом, так и в бытовом плане. Такое динамическое изменение ритма во всех сферах жизни во многом формирует запрос [3].

Что касается конструктивного аспекта, в нем прослеживается более предсказуемая и точная связь между технологическим прогрессом и изменением конструктивной и строительной систем. А именно:

- замена локальных материалов на высокотехнологичные;
- модернизация отдельных конструктивных элементов для повышения прочности, оптимизации нагрузок и повышение устойчивости к неблагоприятным природным явлениям [4];
- инженерные решения, направленные на облегчение конструкции;
- инженерные решения, направленные на повышение срока службы;
- отказ от отдельных элементов или их замена для понижения себестоимости объекта.

Пюрвеев Д. Б. выделяет три типа мобильных жилых, культурно-бытовых и производственных сооружений на основе традиционной кочевой архитектуры:

1. Сборно-разборные сооружения, осуществляемые по принципу монгольской юрты, но уже полностью модернизированной и усовершенствованной с учетом



последних достижений науки и техники.

2. Колесное, изготовленное в заводских условиях, транспортируемое на место автомобилем в виде прицепов, вагончиков, автофургонов, автодомов.

3. Пневматические, надувные, легко трансформирующиеся сооружения из современных синтетических материалов, быстро и легко собираемые, легкие и удобные для транспортировки [5].

Несмотря на то, что описание этих трех типов с типологической точки зрения несет в себе достаточно общие черты, можно предположить, что такие конструктивные системы во многом универсальны.

На данный момент многие российские ученые в сфере архитектуры и строительства работают над вопросом адаптации и модернизации традиционных временных построек кочевых народов. Например, Балданов А. Б. предлагает усовершенствованный тип юрты из композитных материалов, который превосходит по своим характеристикам юрту традиционную (зонтичный тип крыши ускоряет установку, в 2 раза уменьшается масса, в 3 раза повышается прочность, срок службы увеличивается до 50 лет) [4]. Ван Лонг в своем исследовании предлагает вариант юрты из легкой стали, где традиционные компоненты заменяются на аналогичные по функции современные [6]. В качестве примера замены материалов можно привести традиционный чум или юрту, которые конструировались из деревянного каркаса и обтягивались полотном, сшитым из шкур животных [7]. Сегодня эти материалы могут быть изменены на современные, изготавливаемые на производствах, в зависимости от климатических особенностей в месте использования временных сооружений. Элементы каркаса могут быть унифицированы и облегчены (композитные материалы, или металлодеревянный остов). В качестве материала утепления могут использоваться современные тонкие мембраны (на основе вспененного полиэтилена или каучука).

В рамках данной статьи вопрос адаптации материалов в быстровозводимых объектах на основе архитектуры кочевников затронут более широко и абстрактно. В первой части данной статьи были рассмотрены некоторые локальные возобновляемые материалы, используемые в традиционной номадической архитектуре. С точки зрения глобальной экологической повестки сегодня, это именно тот опыт, который можно было бы использовать. Однако с точки зрения причин существования архитектуры быстрого реагирования сегодня более эффективно использовать высокотехнологичные материалы, не являющиеся экологичными как при их изготовлении, так и при утилизации. В этом возникает определенное противоречие, которое может быть решено попыткой создать экологичные (на всех этапах существования объекта) материалы, отвечающие требованиям быстровозводимости. Также в случае проектирования и строительства объектов в условиях экстремальных ситуаций могут комбинироваться локальные возобновляемые материалы и современные высокотехнологичные [8]. На схеме (рис. 1) представлены основные направления развития архитектурной и инженерной мысли при поиске наиболее оптимального решения. При разработке функциональных моделей также важно соблюдение ряда факторов, на первый взгляд, несовместимых (рис. 2, 3).

Эстетические особенности временной архитектуры в первую очередь обусловлены приоритетностью функциональных и инженерно-технологических решений [9]. Несмотря на кажущееся отсутствие архитектурно-художественного языка во временных объектах кочевых культур, он однозначно присутствует, но имеет свою специфику.

Во-первых, конструктивная простота и минимальный набор технологических



компонентов отражаются на внешнем облике объекта. Это является важной отличительной чертой такой архитектуры. В этой связи можно отметить еще одну характерную особенность: во многих типах построек кочевых народов прослеживается сильно выраженная тектоничность, что также играет сильную роль в формировании композиционного и архитектурно-художественного облика. Во-вторых, у многих кочевых культур было принято вводить орнаментальную роспись на тентовый натяжной материал (в юртах, чумах, индейских типи). Такая роспись могла отражать мифологические представления о мире либо отображать в символической форме функцию объекта. При переосмыслении и адаптации этих приемов в современном мире можно предположить, что даже при замене материалов несущих конструкций на более современные архитектура не станет менее тектоничной. Что касается изображений на тентовых поверхностях, сегодня они могут выражаться в системе современных знаков, необходимых для восприятия функции объекта пользователем.

В морфологическом аспекте прототипические формы (коническая, купольная, пирамидальная и т. д.), рассмотренные в таблице обзора номадической архитектуры, могут быть использованы не для целого объекта, а являться частью сложной многоуровневой композиции, одним из элементов. В рамках данной статьи представлены авторские предложения комбинации таких форм для многофункциональных объектов (рис. 4). Пространственно развитые структуры могут включать в себя внутренние дворы, атриумные пространства и формироваться из разных морфотипов.



Рис. 1. Модель сочетания основных направлений при поиске баланса эффективности и экологичности в современной архитектуре быстрого реагирования (авторская разработка)

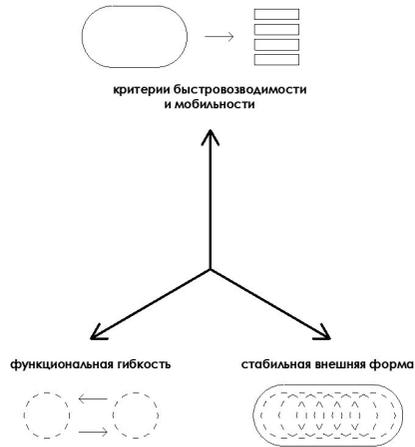


Рис. 2. Схема сочетания основных условий формирования функциональных моделей быстровозводимых объектов на основе традиционной временной архитектуры (авторская разработка)

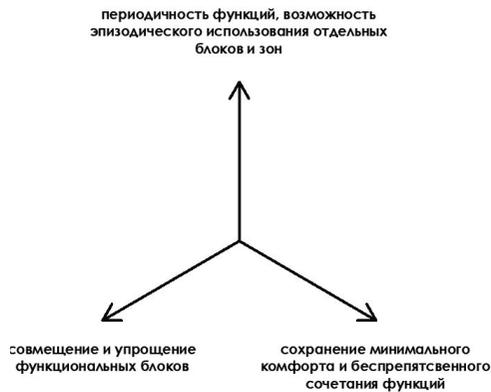


Рис. 3. Схема сочетания основных направлений в формировании функциональных моделей (авторская разработка)

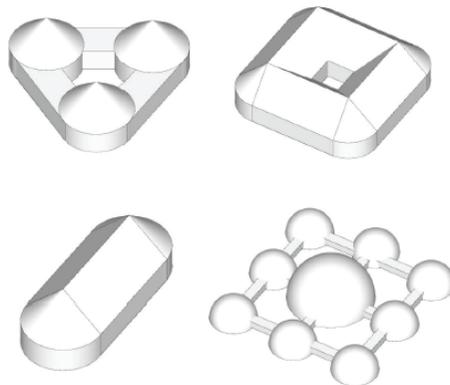


Рис. 4. Поиск возможных комбинаций архитектурных объёмов с использованием ключевых морфотипов традиционной номадической архитектуры (авторская разработка)



Основные выводы:

1. Проанализированы основные компоненты строительной системы традиционных временных построек. Предложены общие рекомендации по их замене при адаптации сложившихся архетипов для современных условий.

2. Рассмотрены основные факторы, повлиявшие на формирование традиционной архитектуры кочевников и факторы, влияющие на быстровозводимую архитектуру сегодня. Выявлено, что исторически набор факторов был ограничен и относительно предсказуем, в то время как современные условия подразумевают динамическое изменение самого набора этих факторов. В совокупности они влияют не только на особенности конструктивного или градостроительного аспекта мобильной архитектуры, но на все сферы жизни пользователя, а, значит, и на его функциональный запрос. Именно регулярное изменение образа жизни и динамическая трансформация условий и обстоятельств, влияющих на жизнь общества сегодня, приводят к отсутствию совершенных и полных решений в области временной архитектуры.

3. Рассмотрены приемы адаптации традиционной архитектуры кочевников современными архитекторами и инженерами. Рассмотрена модернизированная юрта из композитных материалов, предложенная Балдановым А. Б. и Бохоевой Л. А. Также рассмотрен вариант юрты из легкой стали Ван Лонга. Затронут вопрос баланса между технологической эффективностью и экологичностью при производстве, сборке и утилизации быстровозводимых объектов. На основе этих рассуждений предложена схема поиска баланса вышеуказанных направлений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Райт, Ф. Л. Исчезающий город : перевод с английского / Ф. Л. Райт. – 3-е изд. – Москва : Стрелка Пресс, 2017. – 178 с. – ISBN 978-5-906264-63-3. – Текст : непосредственный.
2. Турганбаева, Л. П. К изучению мобильного жилища кочевников / Л. П. Турганбаева. – Текст : электронный // Вестник современной науки. – 2015. – № 10-2 (10). – С. 57–61. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24905669&ysclid=1fb34tbdaw142296666>.
3. Астахова, Е. С. Архитектура мобильного жилища / Е. С. Астахова. – Текст : непосредственный // Современная наука : теоретический и практический взгляд : сборник научных трудов VIII Международной научно-практической конференции. – Москва, 2017. – С. 5–8.
4. Балданов, А. Б. Компьютерное моделирование каркаса юрты с применением композиционных материалов / А. Б. Балданов, Л. А. Бохоева. – Текст : непосредственный // Вестник ВСГТУ. – 2013. – № 4 (43). – С. 35–38.
5. Майдар, Д. От кочевой до мобильной архитектуры / Д. Майдар. – Москва : Стройиздат, 1980. – 215 с. – Текст : непосредственный.
6. Ван Лонг Анализ монгольской юрты в качестве сборной постройки через призму сборного строительства / Ван Лонг. – Текст : электронный // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 159–162. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-mongolskoy-yurty-v-kachestve-sbornoy-postroyki-cherez-prizmu-sbornogo-stroitelstva/viewer>.
7. Цзиюнь, Ч. Исследование трансформации архитектуры и структурной формы монгольской юрты / Ч. Цзиюнь. – Текст : непосредственный // Технология строительства железных дорог. – 2014. – № 1. – С. 384–386.
8. Урнухбаяр Унуболд Монгольская юрта и ее применение в настоящее время / Урнухбаяр Унуболд, Батсүх Сарангэрэл. – Текст : электронный // Символ науки. – 2018. – № 3. – С. 101–102. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mongolskaya-yurta-i-ee-primenenie-v-nastoyashee-vremya/viewer>.
9. Гельфонд, А. Л. Эстетика временного сооружения в архитектуре общественных зданий / А. Л. Гельфонд. – Текст : электронный // Архитектура : сборник научных трудов. – Минск, 2022. – Выпуск 15. – С. 92–95. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/111635?show=full&ysclid=1fb4coe31v856378818>.



PIROGOV Daniil Aleksandrovich, postgraduate student of the chair of architectural design

**EXPERIENCE OF TRADITIONAL TEMPORARY ARCHITECTURE
IN WORKING WITH OBJECTS OF PREFABRICATED SOCIAL
INFRASTRUCTURE. PART 2. THE POTENTIAL OF NOMADIC PEOPLES'
ARCHITECTURE. ADAPTATION OF ESTABLISHED TECHNIQUES AND
TECHNOLOGIES IN THE MODERN CONTEXT**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (910) 798-76-99;
e-mail: daniilspirogov@yandex.ru

Key words: prefabricated architecture, social infrastructure facilities, refugees, temporary architecture, rapid response architecture.

The article analyzes the potential of pre-fabricated architecture of nomadic peoples, and examines the main types of traditional temporary buildings in functional, constructive, planning and morphological aspects. An attempt is being made to adapt the techniques of nomadic architecture to the conditions and demands of today.

REFERENCES

1. Wright F. L. Ischezayuschiy gorod [Disappearing city] // Per. s angl.; 3-e izd. Moscow: Strelka Press, 2017. – 178 p. – ISBN 978-5-906264-63-3.
2. Turganbaeva L. R. K izucheniyu mobilnogo zhilisha kochevnikov [To the study of the mobile dwelling of nomads] // Vestnik sovremennoy nauki [Bulletin of modern science]. 2015. № 10-2 (10). P. 57–61. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24905669&ysclid=1fb34tbdaw142296666>.
3. Astakhova E. S. Arkhitektura mobilnogo zhilisha [Mobile dwelling architecture] // Sovremennaya nauka: teoreticheskiy i prakticheskiy vzglyad: Sbornik nauchnykh trudov VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Modern science: theoretical and practical view: Collection of scientific papers of the VIII International Scientific and Practical Conference]. – Moscow, 2017. – С. 5–8.
4. Baldanov A. B., Bokhoeva L. A. Kompyuternoe modelirovanie karkasa yurty s primeneniem kompozitsionnykh materialov [Computer modeling of the yurt frame using composite materials] // Vestnik VSGUTU. – 2013. – № 4 (43). – P. 35–38.
5. Maydar D. Ot kochevoy do mobilnoy arkhitektury [From nomadic to mobile architecture] // Moscow: Ctroyizdat, 1980. – 215 p.
6. Van Long. Analiz mongolskoy yurty v kachestve sbornoy postroyki cherez prizmu sbornogo stroitelstva [Analysis of the Mongolian yurt as a prefabricated building through the prism of prefabricated construction] // Innovatsii i investitsii [Innovations and investments]. 2021. № 2. – P. 159–162. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-mongolskoy-yurty-v-kachestve-sbornoy-postroyki-cherez-prizmu-sbornogo-stroitelstva/viewer>.
7. Jiyun Ch. Issledovanie transformatsii arkhitektury i strukturnoy formy mongolskoy yurty [Study of the transformation of architecture and the structural form of the Mongolian yurt] // Tekhnologiya stroitelstva zheleznykh dorog [Railway construction technology]. – 2014. – № 1. – P. 384–386.
8. Urukhbayar U., Batsukh S. Mongolskaya yurta i eyo primeneniye v nastoyashee vremya [Mongolian yurt and its current use] // Simvol nauki [Symbol of science]. 2018. №3. – P. 101–102. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mongolskaya-yurta-i-ee-primeneniye-v-nastoyashee-vremya/viewer>.
9. Gelfond A. L. Estetika vremennogo sooruzheniya v arkhitekture obschestvennykh zdaniy [Aesthetics of temporary construction in the architecture of public buildings] // Arkhitektura : sbornik nauchnykh trudov [Architecture: a collection of scientific papers]. – Minsk, 2022. – Issue 15. – С. 92–95. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/111635?show=full&ysclid=1fb4coe31v856378818>.

© Д. А. Пирогов, 2023

Получено: 02.12.2022 г.



УДК 725.8:338.48(282.256.341)

А. С. НИКОЛАЕВА, генеральный директор

ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЙКАЛЕ

ООО «БИМПРО»

Россия, 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, д. 51, оф. 408. Тел.: (812) 330-10-40;
эл. почта bim@bimpro.ru.

Ключевые слова: туристско-рекреационный комплекс (ТРК), проектирование, информационное моделирование, ландшафты, Байкал.

Предложен новый подход к проектированию туристско-рекреационных комплексов на Байкале с применением информационного моделирования зданий в целях конкретизации типологического построения, учета специфики объектного восприятия в природных ландшафтах и учета проектируемых объектов сводной информационной модели туристско-рекреационного кластера.

Тенденция активного развития туристской отрасли на Байкале существует еще с 2012 года и отражена в ФЦП «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 годы¹». Государственное направление по развитию туризма постоянно закрепляется стратегиями социально-экономического развития Иркутской области², Республики Бурятия³ и Забайкальского края⁴.

Кроме того, на Байкальской природной территории выделены две особые экономические зоны туристско-рекреационного типа⁵ ОЭЗ «Ворота Байкала» и ОЭЗ «Байкальская гавань». Несмотря на активизацию направления на государственном уровне, архитектурный контекст развития туризма не исследован, отсутствуют комплексные предложения по формированию архитектурного облика. Ситуация осложнилась также в связи с событиями 2021–2022 года (снижение туристских потоков в период пандемии, затем специальная военная операция), возникло неуправляемое перераспределение туристских потоков на внутренний туризм, который повлек за собой стихийное развитие объектов туризма на Байкале.

¹Постановление Правительства РФ от 21 августа 2012 года № 847 об федеральной целевой программе «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 годы» <https://docs.cntd.ru/document/902365895>

²Закон Иркутской области от 10 января 2022 года №15-ОЗ об утверждении стратегии социально-экономического развития Иркутской области на период до 2036 года. <https://docs.cntd.ru/document/578051226>

³Закон Республики Бурятия от 18 марта 2019 года № 360-VI о стратегии социально-экономического развития Республики Бурятия на период до 2035 года <https://docs.cntd.ru/document/553221182>

⁴Постановление Правительства Забайкальского края от 26 декабря 2013 года № 586 об утверждении стратегии социально-экономического развития Забайкальского края на период до 2030 года <https://docs.cntd.ru/document/410804127>

⁵ФЗ от 22.07.2005 № 116-ФЗ «Об особых экономических зонах в Российской Федерации»



Сервис путешествий *ONE TWO TRIP* в 2021 г. провел ряд масштабных исследований, в том числе оценку популярных туристских направлений⁶, отдых на Байкале получил оценку 8,3 из 10, при этом респонденты отмечали дефицит размещения (44 %), отсутствие мест питания (50 %), перегруженность туристами (44 %), загрязненность (34 %), отсутствие туристской инфраструктуры (28 %), плохие дороги (32 %).

Автором статьи также в 2020 году был проведен анкетный опрос, нацеленный на понимание потребностей туристов и рекреантов на Байкале, а также достоинства и недостатки существующей архитектуры. Респонденты отметили недостаточность объектов мобильного отдыха, отсутствие композиционно-стилевого единства объектов, недостаточность природной среды в архитектуре. Кроме того, были выявлены направления совершенствования инфраструктуры: решение проблемы с мусором, исключение палаточного/неорганизованного туризма, исключение рекламных баннеров (как портящих облик туристских объектов), снос ветхих строений домов и ввод запрета на высотную застройку. Оценка архитектурной среды туристских объектов неоднородна и варьировалась от 1 до 10 для общего облика поселения/города (в среднем 5,98 из 10), для архитектурного облика здания/комплекса (5,84), для внутреннего интерьера (5,91), для окружающей инфраструктуры (5,59), при этом все негативные эффекты перекрывались ландшафтным окружением (средняя оценка респондентов составила 8,86 из 10).

По результатам анкетирования можно сделать вывод о недостаточном внимании к формированию архитектурной среды на Байкале (как на объектном, так и на экстерьерном, и интерьерном уровнях).

Новый подход к проектированию туристско-рекреационных комплексов (ТРК) на Байкале с применением информационного моделирования зданий включает в себя анализ существующего архитектурного контекста (включая существующую застройку и объекты инфраструктуры, а также ландшафты), архитектурно-типологическое проектирование ТРК (выбор типа объекта и планировочной организации с учетом концепции щадящего туристско-рекреационного освоения [1] территории и средств совершенствования архитектурно-художественного облика [2]), а также систему управления объектами туристской и рекреационной инфраструктуры на основе сводной информационной модели туристско-рекреационного кластера.

Информационное моделирование природного контекста (ландшафты)

Актуальная практика создания модели ландшафтов нацелена прежде всего на изучение экосистем и формирования информации о местности, например, в работе Кабонен А. В., Ольхина Ю. В. [3], а также Филина Н. Н., Погороднего А. Н., Арбузова С. А., Бердникова Н. Н. [4]. Однако для проектирования объектов в природных ландшафтах также крайне важны эстетические визуальные и информационные параметры природного контекста, которые влияют на выбор объемно-пространственного решения объекта и могут быть получены при помощи:

– моделирования земельного участка или фрагмента территории на основе результатов инженерно-геодезических изысканий (топосъемки) – формирование 3D-поверхности и зон растительности;

– фотограмметрия или аэрофотосъемка, в том числе при помощи беспилотных летательных аппаратов;

⁶Исследование «Путешествия по России» <https://static.onetwotrip.com/110n/ru/docs/tourist-potential/tourist-potential-russia.pdf> . количество респондентов – 6 500 человек.

**К СТАТЬЕ А. С. НИКОЛАЕВОЙ
«ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТУРИСТСКО-
РЕКРЕАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЙКАЛЕ»**

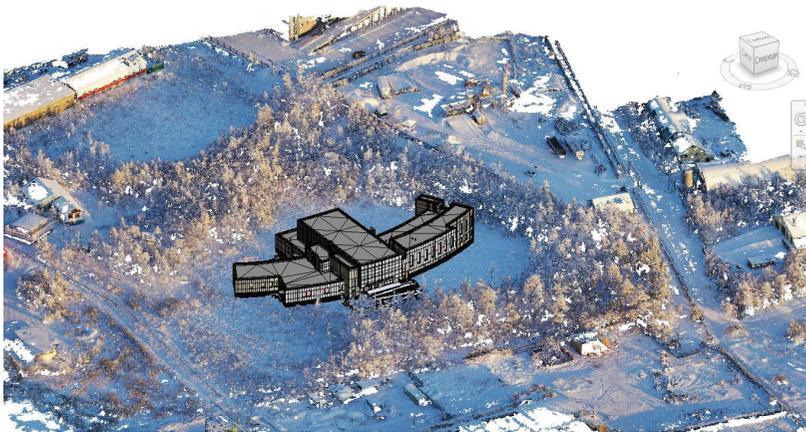


Рис. 1. Пример размещения модели объекта на трехмерной модели ландшафтов, полученных по результатам аэрофотосъемки

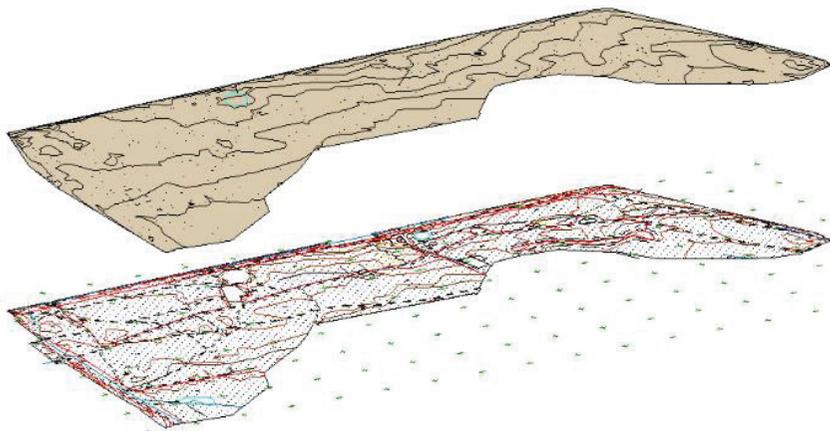


Рис. 1а. Пример создания модели ландшафта на основе топоъемки

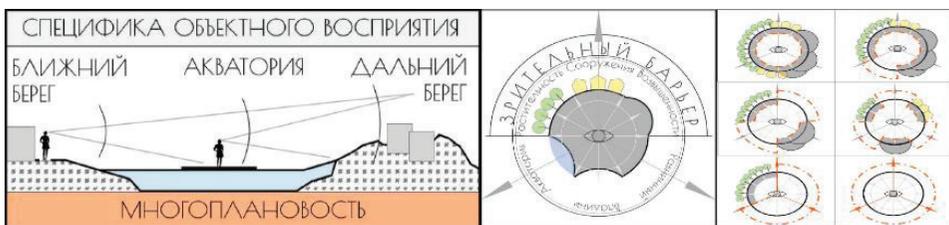


Рис. 2. Специфика объектного восприятия

		ТИПЫ ОБЪЕКТНОГО ВОСПРИЯТИЯ ТРК С УЧЕТОМ ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ			
		до 135м	1200-1500м	4500-6000м	
СПЕЦИФИКА ВОСПРИЯТИЯ ОБЪЕКТОВ В ЛАНДШАФТАХ БАЙКАЛА	Оса восприятия				Зона развития
		1	2	3	4
	Цвета элементов	Контур и фигуры	Неразличимы детали	Неразличимы детали	
	Фактура, текстура	Форма объектов	Слабо видна форма и цвет	Не видна форма и цвет	
	Контур	Композиция зданий	Панорама/развертка	Структура застройки с ююдука	
Элементы отделки	Интерьер улицы	Здания как часть ландшафта	Симулт застройки, гор.		
Элементы благоустройства	Общие цвета	Ночное освещение	Ночное освещение		

Рис. 3. Типы объектного восприятия ТРК с учетом ландшафтной структуры на Байкале

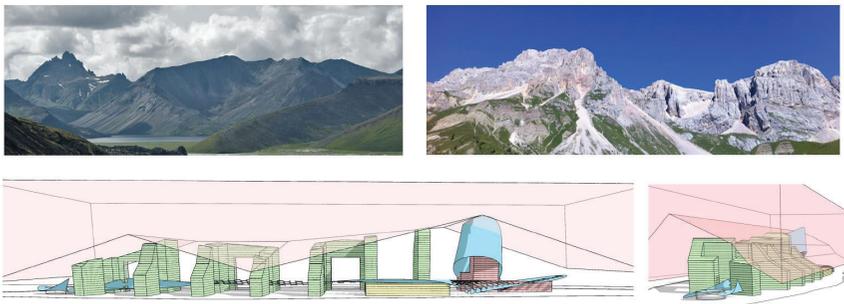


Рис. 4. Пример ландшафтного формообразования

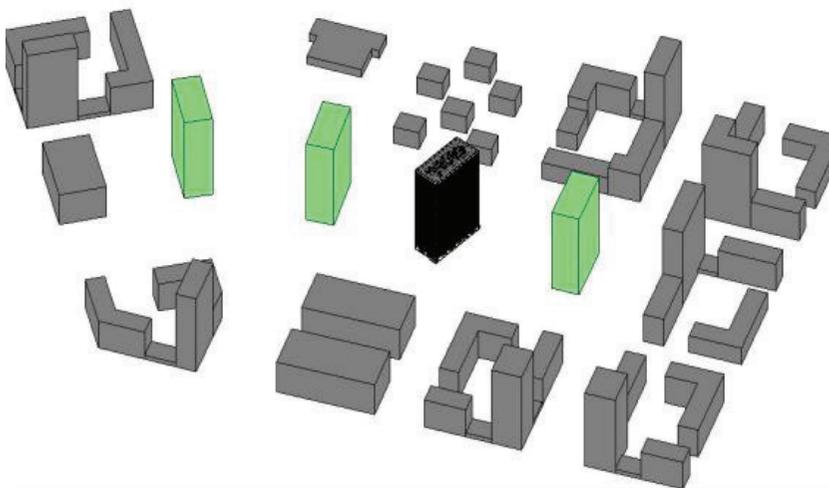


Рис. 5. Информационное моделирование существующей застройки на стадии эскизного проекта для объемно-пространственного анализа участка и расчета инсоляции

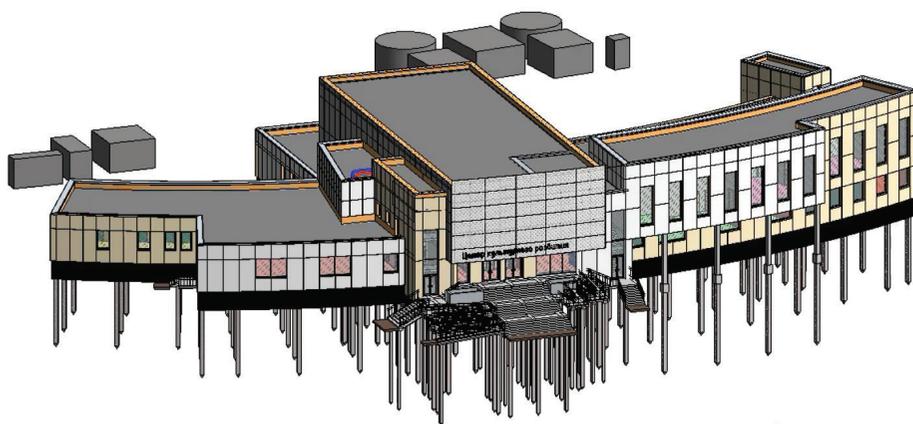


Рис. 6. Пример отображения архитектурной модели



Рис. 7. Пример связанной модели архитектурных решений и решений по благоустройству генплана



Рис. 8. Установление связи между моделью благоустройства для визуализации выполнением информационной модели благоустройства и рабочей документацией



Рис. 9. Установление связи между моделью интерьеров для визуализации выполнением информационной модели благоустройства и рабочей документацией



– 3D-сканирование/лазерное сканирование.

Архитектурный контекст ландшафтной модели требует особенного наполнения информацией для учета в архитектуре объекта и наполняется параметрами:

- объемно-пространственная геометрия ландшафтов;
- градостроительные ограничения, границы охранных зон;
- типы местной растительности, доступной к высадке на территории благоустройства и в архитектурных элементах, охраняемые растения и зоны их расположения;
- визуальные коды ландшафтов.

На рис. 1 цв. вклейки представлен пример размещения объекта на земельном участке в зоне, свободной от растительности с целью минимизации воздействия на окружающую среду и максимального сохранения деревьев. Пример моделирования ландшафта на основе топосъемки представлен на рис. 1а цв. вклейки.

Специфика рельефов Байкала обладает особенностью – многоплановостью восприятия ближний берег – акватория – дальний берег (рис. 2 цв. вклейки). Создание информационной модели рельефа позволяет определить, в какой зоне восприятия находится проектируемый объект: при расположении в зоне многопланового восприятия проектировать следует с учетом композиционного решения на всех видимых уровнях.

На рис. 3 цв. вклейки представлены типы объектного восприятия с учетом ландшафтной структуры. По типу 3 видно, что при расположении ТРК в зоне многопланового обзора, видимого с акватории или другого берега, требуется проработка дополнительных архитектурных разверток, которые будут определять облик ТРК.

Кроме того, формирование информационной модели ландшафтов позволяет проанализировать геометрию ландшафтов и использовать ее для формирования облика застройки (рис. 4 цв. вклейки).

Информационное моделирование существующей застройки и объектов инфраструктуры

Информационное моделирование окружающих объектов может производиться на основе фотограмметрии, лазерного сканирования или построения на основе технических планов объектов (в зависимости от их наличия). Актуальная практика создания моделей существующей застройки относится к попыткам создания моделей фрагментов поселений (например, в работе Зарипова А. С. [5]).

Создание моделей, окружающих объект застройки и инфраструктуры, имеет следующее значение для проектирования туристско-рекреационных объектов:

- создание объемного контекста проектируемого объекта (особенное значение имеет при размещении объекта в существующей системе расселения или на территории, смежной с действующими объектами различного назначения)
- позволяет рассматривать архитектурное решение ТРК комплексно с учетом визуальной структуры застройки;
- создание информационного контекста объекта с внесением таких параметров как транспортная доступность, удаленность объектов инфраструктуры (питание, развлечения и другие), обеспеченность парковочными местами, высотность окружающей застройки, градостроительные ограничения;
- определение влияния проектируемого объекта на окружающую инфраструктуру (учет общей обеспеченности объектами инфраструктуры).

Пример модели объектов застройки и проектируемого комплекса представлен на рис. 5 цв. вклейки.

Создание информационной модели существующей застройки имеет дополнительное значение, также относящееся к архитектурному контексту – возможность воссоздания исторических форм и элементов. Данная практика имеет широкий обзор в области реконструкции и реставрации объектов культурного наследия, этнических объектов (например, в работах Малышева Е. Н., Бикашева И. Р., Гарагуль А. С и др. [6], Груздевой Е. А и Орловой Е. Ю. [7], Леоновой А. Н., Федотовой Е. А [8], Федотова А. А, Баденко В. Л. [9], Жиркова Г. П., Мартынова Д. О. [10], Саприна С. В., Садыгова Э. А. О. [11]) и имеет особенное значение для Байкала с целью воссоздания в новых ТРК историко-культурных форм и орнаментов.

Информационное моделирование проектной модели ТРК

Создание информационной модели архитектурных решений, предлагаемое автором, включает в себя следующие обязательные элементы:

- формирование объемных технико-экономических показателей;
- формирование точного объемно-пространственного отображения для анализа в контексте природных ландшафтов и существующей застройки;
- информационное наполнение объекта элементами альтернативной энергетики с параметрами, элементами возобновления природной среды (например, местные растения в решениях кровли), национальными элементами;
- точные технические расчеты объемов применяемых материалов на основе информационной модели;
- функциональное зонирование ТРК (особенное значение имеет при составе ТРК из нескольких объектов, в том числе объектов инфраструктуры (питание, развлечение) для учета общей обеспеченности территории);
- внесение в модель укрупненных градостроительных показателей (расчет потребностей в обеспеченности парковочными местами, объектами социальной инфраструктуры и т. д.).

На рис. 6 цв. вклейки представлен пример информационной модели архитектурных решений объекта с включением конструктивных решений.

Архитектурная модель также дополняется информационной моделью благоустройства, которая позволяет сделать зонирование по генплану, произвести точный расчет покрытий, разместить и учесть элементы благоустройства – МАФ, озеленение, декоративное оформление. В отдельные элементы благоустройства также вносятся показатели по применению альтернативной энергетики (например, фонари или подсветка на солнечных батареях), национальные элементы (если применимо к выбранному типу объекта), обеспеченность дополнительным озеленением, а также информация об использовании местных природных ресурсов.

Пример модели архитектурных решений в контексте модели благоустройства представлен на рис. 7 цв. вклейки.

Важнейшим качеством создания модели является возможность *устанавливать взаимосвязь между творческой концепцией в 3D-визуализациях, информационной моделью объекта и рабочей документацией*. Пример взаимосвязи модели благоустройства, визуализации и фрагмента рабочей документации представлен на рис. 8 цв. вклейки.

Для создания туристско-рекреационных комплексов также имеет значение качество разработки интерьерных решений. На рис. 8 цв. вклейки представлена взаимосвязь визуализаций, модели и фрагментов рабочей документации. Создание модели интерьеров позволяет повысить качество и уровень восприятия ТРК в целом, увидеть объемно-пространственные коллизии, учесть технические



особенности и отрегулировать расположение инженерных систем.

Создание отдельных объектных моделей не только позволяет решить задачу проектирования ТРК в контексте природных ландшафтов с учетом бережного к ним отношения и возобновления природных ресурсов, а также с учетом окружающей инфраструктуры, но то также и позволяет решить более крупную задачу – объектный учет в единой системе туристских объектов на Байкале, для чего автором предлагается *создание сводной информационной модели туристско-рекреационного кластера (СИМ ТКЛ)*.

СИМ ТКЛ Байкала – единая информационная модель, объединяющая в единой координатной системе в границах Байкальской природной территории объекты туристско-рекреационного назначения в форме локальных информационных моделей, а также информационные модели инженерной, обслуживающей, транспортной инфраструктуры, существующие объекты застройки, ландшафтные модели.

Потенциал использования сводных информационных моделей в территориальном масштабе на сегодняшний день недооценен и полностью не раскрыт, создание сводных моделей практикуется на уровне проектирования объекта, комплекса объектов на генплане, производственных и жилых кварталов, локальных моделей фрагментов поселений (например, в работе Алябьева А. А., Иванова А. Е., Кобзева А. А., Никитина В. Н. [12]) на основе фотограмметрии. Настоящее предложение нацелено на создание уникальной системы управления туристско-рекреационным кластером, основанной на внесении объектов и информации о них в единую систему управления в 3D и информационном формате, дополнительной территориальной информация в графическом формате или текстовых/численных данных и решение следующих задач:

- учет и управление туристских и обслуживающих объектов в общей системе расселения;

- интерактивный расчет обеспеченности существующих и новых объектов (транспортная доступность, нормативы по парковкам, доступ маломобильных групп, удаленность от культурных или рекреационных пространств, удаленность от объектов социального обслуживания); каждый новый объект проектируется не на отдельном участке, а с учетом существующей системы, что позволяет определить в том числе его влияние на систему;

- учет природного контекста при планировании и размещении новых ТРК – важнейший показатель для Байкала – создание пространственных зон, в том числе ограничений, рекомендаций к размещению типов объектов и заполнение функциональных провалов территории;

- при создании интерактивной связи с посетителями Байкала, а также с управляющими компаниями возможно получение обратной связи по объектам, вызывающим негативное влияние, мониторинг эффективности развития туризма и рекреации, выявление актуальных потребностей и их учет;

- создание СИМ позволяет также при использовании нескольких методов внесения информации (например, создание моделей объектов по данным ЕГРН и фотограмметрии в формате облака точек) произвести сверку полученной информации и выявить неучтенные объекты или незаконные постройки, а также выявить потребность в актуализации данных об объектах недвижимости на территории в целом.

Объектная модель является основой создания СИМ, при этом архитектурное наполнение имеет особенное значение, так как именно технико-экономические



параметры застройки участвуют в градостроительном учете, а объемно-пространственный облик требует учета контекста окружающей среды.

Создание моделей туристских и рекреационных объектов актуально не только для Байкальской природной территории, но и для любых объектов туристской инфраструктуры, т. к. позволяет создавать объект в контексте, насыщать его параметрами в целях точного расчета объемов работ и материалов, а также эксплуатировать объект на основе модели.

Создание сводных информационных моделей целесообразно также и для других территорий, объединенных общими туристскими признаками (например, создание кластера для Алтая) и подчиняется структуре, аналогичной предложенной автором статьи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николаева, А. С. Принципы формирования архитектуры туристических комплексов в шадящем режиме освоения озера Байкал / А. С. Николаева, К. И. Колодин. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2021. – Том 23, № 2. – С. 24–32.

2. Николаева, А. С. Особенности формирования композиционно-эстетического облика туристического комплекса на Байкале / А. С. Николаева. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2019. – № 6. – С. 83–89.

3. Кабонен, А. В. Цифровое моделирование природно-ландшафтных комплексов по данным, полученным с помощью беспилотных летательных аппаратов / А. В. Кабонен, Ю. В. Ольхин. – Текст : непосредственный // Лесохозяйственная информация. – 2020. – № 3. – С. 101–110.

4. Филин, Н. Н. Применение материалов аэросъемки для определения породной и высотной составляющих лесных насаждений на объектах ПАО «НК «РОСНЕФТЬ» / Н. Н. Филин, А. Н. Погородний, С. А. Арбузов, Н. Н. Бердников. – Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2022. – № 9. – С. 111–115.

5. Зарипов, А. С. Особенности создания трехмерной цифровой модели центрального планировочного района города Перми по данным аэрофотосъемки / А. С. Зарипов. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГИТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2020. – Том 25, № 3. – С. 160–168.

6. Выбор комплекса геодезических и фотограмметрических работ при восстановлении архитектурных элементов домового церкви Омского ГАУ / Е. Н. Мальшев, И. Р. Бикашев, А. С. Гарагуль, В. В. Косинский, А. И. Тетерюков. – Текст : непосредственный // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2020. – № 1 (180). – С. 58–63.

7. Груздева, Е. А. Опыт использования метода фотограмметрии для фиксации объектов этнографии (на примере архитектурных объектов и декоративных деталей деревянного зодчества) / Е. А. Груздева, Е. Ю. Орлова. – Текст : непосредственный // Баландинские чтения. – 2020. – Том 15. – С. 453–459.

8. Леонова, А. Н. Проектирование и реконструкция с применением фотограмметрии / А. Н. Леонова, Е. А. Федотова, К. А. Акопян. – Текст : непосредственный // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – 2020. – Том 25, № 1. – С. 336–338.

9. Information modeling for cultural preservation: portico of the new hermitage and atlas sculptures. Part 2. Methods and algorithms / A. A. Fedotov, V. L. Badenko, T. V. Prazdnikova, V. K. Yadykin // Computing, telecommunications and control. – 2020. – Volume 13, № 4. – P. 7–20.

10. Жиркова, Г. П. Возможности 3D-технологий в создании виртуальных реконструкций объектов историко-культурного наследия (на примере виртуальной трехмерной реконструкции интерьера столовой в доме П. С. Строганова / Г. П. Жиркова, Д. О. Мартынова, А. А. Смолин. – Текст : непосредственный // Культура и технологии. – 2021. – Том 6, № 1. – С. 10–13.



11. Саприн, С. В. Фотограмметрический метод построения цифровых трехмерных моделей произведений монументально-декоративного искусства / С. В. Саприн, Э. А. О. Садыгов. – Текст : непосредственный // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2021. – № 2 (13). – С. 105–109.

12. Фотограмметрия в развитии городских агломераций / А. А. Алябьев, А. Е. Иванов, А. А. Кобзев, В. Н. Никитин. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГИТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2022. – Том 27, № 1. – С. 30–41.

NIKOLAEVA Anna Sergeevna, general director

THE POTENTIAL OF INFORMATION MODELING FOR THE DESIGN OF TOURIST AND RECREATION COMPLEXES IN BAIKAL

JSC BIMPRO Corporation

51, Shpalernaya St., Saint-Petersburg, 191015, Russia. Tel.: +7 (812) 330-10-40;
e-mail: bim@bimpro.ru

Key words: tourist and recreation complex, design, information modeling, landscapes, Baikal.

The article proposes a new approach to the design of tourist and recreational complexes on Lake Baikal using information modeling of buildings in order to concretize the typological construction, take into account the specifics of object perceptions in natural landscapes and take into account the designed objects of the consolidated information model of the tourist and recreational cluster.

REFERENCES

1. Nikolaeva A. S., Kolodin K. I. Printsipy formirovaniya arkhitektury turistichekikh kompleksov v schadylaschem rezhime osvoeniya ozera Baikal [Principles of building the architecture of complexes in a gentle mode for the development of Lake Baikal]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering]. 2021. Vol. 23, № 2. P. 24–32.

2. Nikolaeva A. S. Osobennosti formirovaniya kompozitsionno-esteticheskogo oblika turistichekogo kompleksa na Baikale [Features of the formation of the compositional and aesthetic appearance of the tourist complex on Baikal]. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shuhova [Bulletin of the Shukhov Belgorod State Technological University]. 2019. № 6. P. 83– 89.

3. Kabonen A. V., Olkhin Yu. V. Tsifrovoye modelirovaniye prirodno-landshaftnykh kompleksov po dannym, poluchennym s pomoschyu bespilotnykh letatelnykh apparatov [Digital modeling of natural landscape complexes based on the data obtained with the help of unmanned aerial vehicles]. Lesokhozyaystvennaya informatsiya [Forestry information]. 2020, № 3. P. 101–110.

4. Filin N. N., Pogorodniy A. N., Arbutov S. A., Berdnikov N. N. Primeneniye materialov aerosyomki dlya opredeleniya porodnoy i vysotnoy sostavlyayuschikh lesnykh nasazhdeniy na obektakh PAO «NK «ROSNEFT» [Application of aerial survey materials to determine the species and height components of forest plantations at the facilities of JSC NK Rosneft]. Neftyanoye khozyaystvo [Oil industry]. 2022, № 9. P. 111–115.

5. Zaripov A. S. Osobennosti sozdaniya tryokhmernoy tsifrovoy modeli tsentral'nogo planirovochnogo rayona goroda Permi po dannym aerofotosyomki [Features of creating a three-dimensional digital model of the central planning area of the city of Perm according to aerial photography]. Vestnik SGUGIT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologiy) [Vestnik SGUGIT (Siberian State University of Geosystems and Technologies)]. 2020. Vol. 25, № 3. P. 160–168.

6. Malyshev E. N., Bikashev I. R., Garagul A. S., Kosinsky V. V., Teteryukov A. I. Vybore



kompleksa geodezicheskikh i fotogrammetricheskikh rabot pri vosstanovlenii arkhitekturnykh elementov domovoy tserkvi Omskogo GAU [The choice of a complex of geodetic and photogrammetric works in the course of restoration of architectural elements of the house church of the Omsk State Agrarian University]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel* [Land-development, cadastre and land monitoring]. 2020, № 1(180). P. 58–63.

7. Gruzdeva E. A., Orlova E. Yu. Opyt ispolzovaniya metoda fotogrammetrii dlya fiksatsii obektov etnografii (na primere arkhitekturnykh obektov i dekorativnykh detaley derevyannogo zodchestva) [The experience of using the photogrammetry method for fixing ethnographic objects (on the example of architectural objects and decorative details of wooden architecture)]. *Balandinskie chteniya*. 2020. Vol. 15. P. 453–459.

8. Leonova A. N., Fedotova E. A., Akopyan K. A. Proektirovanie i rekonstruktsiya s primeneniem fotogrammetrii [Design and reconstruction using photogrammetry]. *Nauka. Tekhnika. Tekhnologii* (Politekhnicheskiiy vestnik) [Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin)]. 2020. Vol. 25, № 1. P. 336–338.

9. Fedotov A. A., Badenko V. L., Prazdnikova T. V., Yadykin V. K. Information modeling for cultural preservation: portico of the new hermitage and atlas sculptures. Part 2. Methods and algorithms. *Computing, telecommunications and control*, 2020. Vol. 13, № 4. P. 7–20.

10. Zhirkova G. P., Martynova D. O., Smolin A. A. Vozmozhnosti 3D-tekhnologiy v sozdanii virtualnykh rekonstruktsiy obektov istoriko-kulturnogo naslediya (na primere virtualnoy tryokhmernoy rekonstruktsii interera stolovoy v dome P. S. Stroganova) [Possibilities of 3D technologies in creating virtual reconstructions of objects of historical and cultural heritage (on the example of a virtual three-dimensional reconstruction of the interior of the dining room in the house of P. S. Stroganov)]. *Kultura i tekhnologii* [Culture and technology]. 2021. Vol. 6, № 1. P. 10–13.

11. Saprin S. V., Sadygov E. O. Fotogrammetricheskiiy metod postroeniya tsifrovnykh tryokhmernykh modeley proizvedeniy monumentalno-dekorativnogo iskusstva [Photogrammetric method for constructing digital three-dimensional models of works of monumental and decorative art]. *Modeli i tekhnologii prirodobustroystva (regionalny aspekt)* [Models and technologies of environmental management (regional aspect)]. 2021, № 2 (13). P. 105–109.

12. Alyabev A. A., Ivanov A. E., Kobzev A. A., Nikitin V. N. Fotogrammetriya v razvitiit gorodskikh aglomeratsiy [Photogrammetry in the development of urban agglomerations]. *Vestnik SGUGIT* (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii) [Vestnik SGUGIT (Siberian State University of Geosystems and Technologies)]. 2022. Vol. 27, № 1. P. 30–41.

© А. С. Николаева, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК 711.4 (470.345)

О. А. БОТИНА, ст. преп. кафедры архитектуры и дизайна; **О. А. РОДИНА**, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектуры и дизайна; **В. М. УМОРИНА**, ст. преп. кафедры архитектуры и дизайна; **А. В. ЧЕГРИНА**, ст. преп. кафедры архитектуры и дизайна

**АРХИТЕКТУРНАЯ КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО
ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА МАЛОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ
Г. КОВЫЛКИНО, РЕСПУБЛИКА МОРДОВИЯ)**



ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», Институт архитектуры и строительства
Россия, 430000, г. Саранск, ул. Советская, д. 24. Тел.: +7 (8342) 22-29-34;
эл. почта: fac-build@adm.mrsu.ru

Ключевые слова: комфортная городская среда, национальный проект, общественное пространство, малые города, Ковылкино, Арапов, Сычков.

Статья посвящена актуальному в настоящее время направлению – благоустройству общественных пространств малых городов. Авторы рассматривают возможности развития туристического и экономического потенциала таких городов через обновление среды. Поэтично описывается проектирование центрального общественного пространства. Выявлено, что одним из критериев успешной реализации проектов благоустройства является создание имиджа места путем включения исторического и природного контекстов.

Некоторые малые города и исторические поселения были переименованы после событий 1917 года. Уникальные топонимы утеряны. Авторы считают, что, размещая в среде тематические МАФ и организуя функциональные зоны, связанные с историческими личностями и событиями, отчасти возможно восстановить и историческую справедливость.

К малым городам на рубеже XX—XXI вв. относятся территории с населением от 12 до 50 тыс. человек. В настоящее время размеры большинства из них незначительны, однако они не равнозначны между собой [1]. Казалось бы, малый город дает меньше «простора» творчеству архитектора. Однако обратимся к словам Н. И. Ворониной: «Отнюдь не важно, каков город по масштабу – мал или велик, главное, что каждый из них имеет свою ауру, свой исторический контекст, неповторимость географического и культурного ландшафта, планировки и архитектуры, уникальность горожан, живущих в нем в разные времена» [2]. Все эти составляющие города, материальные и нематериальные, послужили ориентиром при формировании архитектурной концепции благоустройства одного из его ключевых пространств. «Идентичность места», «исторический контекст», «событийность» – категории, на которых базируется проектный подход авторов.

Мы знаем, что многие малые города в настоящее время являются средоточием памятников культуры, архитектуры и истории. Более половины из них – древние города, которые играли ключевую роль в развитии экономики и культуры разных народов [3]. Архитектурная среда таких городов сама по себе ценна. Проекты благоустройства общественных пространств исторических городов служат ее деликатным обрамлением. Обновление, но не замена – вот правило, которому следует придерживаться при формировании концепции благоустройства. Как быть, когда в границах территории проектирования нет сохранившихся объектов историко-культурного наследия, а средовое наполнение отличается провинциальным разностильем или отсутствием архитектурного стиля как такового.

Обратимся к проектному опыту авторов. Концепция формирования центральной площади города Ковылкино (Республика Мордовия), предложенная в 2022 году, вошла в число финалистов VII Всероссийского конкурса лучших проектов создания комфортной городской среды [4]. Главная цель проекта заключалась в раскрытии функционального потенциала Центральной площади, отражении исторического контекста места, смысловом наполнении среды путем формирования отдельных тематических зон.

Центральная площадь и прилегающие территории – общественное пространство, востребованное среди различных возрастных групп жителей города,



с разными сферами интересов и потребностей. Немаловажной представляется задача развития и туристического потенциала города. На сегодняшний день данное городское пространство является «обезличенным», отсутствует какая-либо самоидентификация центральной локации (рис. 1 цв. вклейки). После прогулки по центральной части г. Ковылкино у гостей города не формируется четкий запоминающийся визуальный образ о населенном пункте, его истории, о людях, проживающих здесь.

Территория находится в общественном центре г. Ковылкино и занимает 16 347 кв. м. В ее границы входят Центральная площадь, Молодежный сквер, парковка и часть Центрального парка. По периметру участка располагаются важные административные и культурные учреждения – администрация Ковылкинского муниципального района, администрация города, дворец культуры с кинотеатром, центр обслуживания муниципальных учреждений. В непосредственной близости находятся краеведческий музей, библиотека, отдел ЗАГС. Окружение данной территории общественными объектами общегородского значения несомненно подчеркивает социальную значимость данной территории.

Как отмечает А. Л. Гельфонд, «Эволюция общественных пространств исторических поселений складывается на основе реального и потенциального взаимодействия Истории, Природы и Общества и определяется типом их отношений с Человеком – Адресатом» [5]. Именно общественное пространство является той самой типологической единицей архитектурной среды, в которой слились воедино ее природные, исторические и социальные компоненты [6].

Основопологающей задачей проекта выступала необходимость отразить уникальный исторический контекст места и включить в среду природное окружение города. Городская среда, хранящая следы исторического формирования, является своеобразным традиционным фондом и обладает незаменимым ценностным потенциалом, способным к реализации в современной культуре [7].

Обратимся к исторической эволюции города. На месте современного города Ковылкино было 5 небольших поселений: станция Арапово; села: Лашма, Воскресенская Лашма, Курнино; деревня Червленое. Лашма – одно из старейших поселений Пензенской губернии, основано мордвой-мокшей в 1237 г.

Село Воскресенская Лашма Наровчатского уезда Пензенской губернии – дворянское гнездо Араповых [8]. В 1892 г. на окраине села по инициативе И. А. Арапова построена железнодорожная станция, названная в честь новатора – Арапово [9]. Здесь стали появляться первые жилые дома для железнодорожников. Вместе со станцией начал расти и поселок. Но в 1919 г. станцию переименовали в Ковылкино в честь члена коллегии Народного комиссариата путей сообщения С. Т. Ковылкина. В 1960 г. рабочий поселок был преобразован в город Ковылкино районного подчинения, а с 1963 г. Ковылкино – город республиканского подчинения.

В ходе предпроектного исследования г. Ковылкино выявлены следующие особенности планировочной эволюции (рис. 2 цв. вклейки):

- город образован путем слияния нескольких поселений;
- современный общественный центр не является историческим ядром города;
- железнодорожная станция служит градообразующим элементом, связана с общественным центром.

Несмотря на то, что Ковылкино – «молодой» город, место имеет богатую историю. Ковылкино является прародиной выдающихся исторических личностей. В первую очередь отмечаются заслуги генерал-лейтенанта И. А. Арапова и художника-живописца Ф. В. Сычкова. Дворянин И. А. Арапов внес большой

**К СТАТЬЕ О. А. БОТИНОЙ, О. А. РОДИНОЙ, В. М. УМОРИНОЙ,
А. В. ЧЕГРИНОЙ «АРХИТЕКТУРНАЯ КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА МАЛОГО
ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. КОВЫЛКИНО, РЕСПУБЛИКА МОРДОВИЯ)»**



Рис. 1. Центральная площадь, г. Ковылкино, 2022 г. Фото: Бикеев М. С.

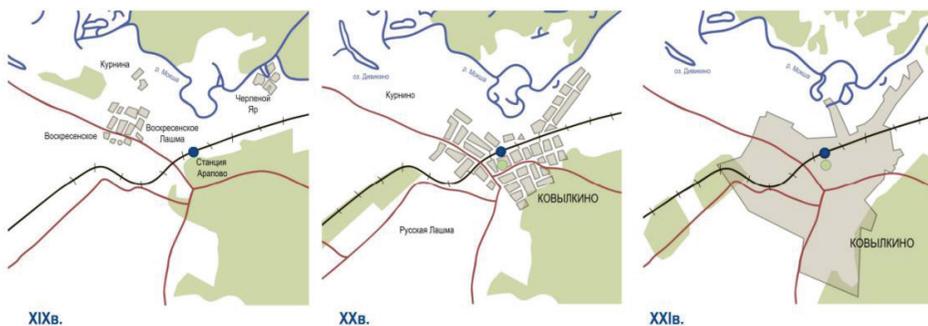


Рис. 2. Планировочная эволюция г. Ковылкино

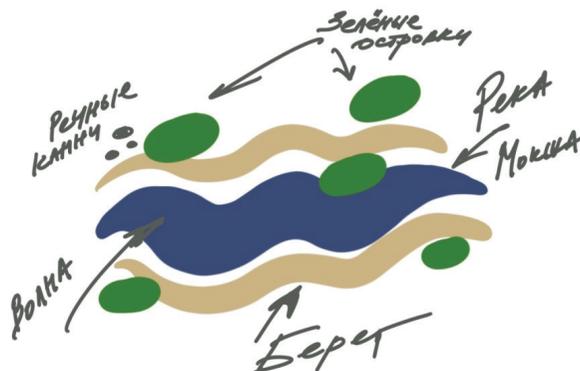


Рис. 3. Концепция формирования пространства Центральной площади г. Ковылкино.
Арх. О. А. Ботина, О. А. Родина, В. М. Уморина, А. В. Чегрина



Рис. 4. Концептуальное зонирование пространства Центральной площади и прилегающих территорий. Арх. О. А. Ботина, О. А. Родина, В. М. Уморина, А. В. Чегина: 1 – У истоков; 2 – У реки; 3 – Место памяти; 4 – Большая река; 5 – Природа края; 6 – Спортивный парк; 7 – парковка; 8 – сквер Сычкова; 9 – Арт-кафе.



а



б

Рис. 5: *а* – спортивный парк, *б* – скамья-рама



Рис. 6. Центральная площадь, перспективный вид сверху. Визуализации – Наумов К.



вклад в общее развитие населенного пункта, в частности, выделил средства на строительство ж/д станции и основал конный завод [10]. Разведение лошадей имело особую значимость для его семьи, и к концу XIX в. коннозаводческое дело стало брендом хозяйственной жизни араповских имений [8]. Имя Арапова тесно связано с Федотом Сычковым. Известно, что Иван Андреевич, впечатленный творческими способностями художника, отправил за свой счет молодого живописца на обучение в «Общество поощрения художеств» [11].

Ф. В. Сычков запечатлел на своих полотнах красоту родного края и его людей, тем самым открыв Мордовию для многих почитателей его творчества по всему миру. Помнят его и почитают на родной земле. К сожалению, сегодня в Ковылкино мало кто знает о личности И. А. Арапова. Даже на здании вокзала железнодорожной станции Ковылкино не сохранилась прежняя историческая надпись «Арапово». Отсутствует и мемориальная доска с указанием имени И. А. Арапова [12]. Возможно, авторам проекта отчасти удастся восстановить историческую справедливость путем включения в среду малых архитектурных форм, визуальных знаков, содержащих информацию о деятельности выдающегося земляка Арапова.

Исторический и природный контекст в проекте объединены идеей – «Большая река – связь времен». Река Мокша – эта главная водная артерия Мордовии. От нее произошло название одного из двух мордовских этносов. – мокшане. Русло реки – ключевой фактор формирования образа Центральной площади. Рисунок мощения главной площади отождествляется с рекой и ее берегами. Как река несет в своих водах различные богатства, так и представленный проект объединяет в своем русле различные художественно-декоративные и функциональные составляющие (рис. 3 цв. вклейки).

Отразить исторический контекст удалось также благодаря размещению уникальных МАФ (арт-объект «Конь на водопое», «Конь», «Ели», информационная табличка «У истоков», панно «Картина» и др.) (рис. 4 цв. вклейки). Оформление фасадов трансформаторной будки у городского парка граффити «Конезавод Арапова» позволило тематически вписать данный технический узел в общую концепцию проекта. Предложенное стилистическое решение фасадов для будущего «Арт-кафе «Сычков» на территории сквера Сычкова создает культурно-познавательный архитектурный образ этой зоны.

Помимо наполнения территории смысловым содержанием, важной выступала задача формирования функционального пространства, объединяющего между собой разные возрастные группы по интересам. Одновременно для каждой из них должна создаваться и своя индивидуальная зона. В проекте есть локация для подростков – «Спортивный парк». Для прогулок и отдыха разработаны зоны: «У истоков», «У реки», «Место памяти», «Большая река», «Сквер Сычкова», «Арт-кафе». Зону подростков предложено оснастить скейт-оборудованием, так как на данный момент остро ощущается необходимость в данной благоустроенной территории (рис. 5а цв. вклейки). Для других групп горожан предлагаются следующие уникальные МАФ: библио-точка, амфитеатр-сцена, арт-объект «Ковылкино», скамья-рама.

Эти объекты позволят привлечь различные возрастные категории граждан, создать для них как общие точки притяжения, так и индивидуальные. Вся территория проектирования озеленяется деревьями, кустарниками и травами. С проектными материалами можно ознакомиться на официальном сайте «Конкурса» в разделе «Заявки» [13].

Важными этапами развития общественных пространств города станут



последующие мероприятия, связанные с благоустройством смежных территорий. Проектирование объекта общественного питания «Арт-кафе «Сычков» позволит создать точку притяжения в Молодежном сквере. Рядом с кафе запроектирован арт-объект – фотозона. Данный объект состоит из двух малых архитектурных форм: картина-пазл и скамья-рама. Картина-пазл по мотивам произведений Ф. В. Сычкова вносит элемент игры в пространство. Скамья-рама связана с ней композиционно и в определенном ракурсе служит обрамлением картины (рис. 5б цв. вклейки).

Следующие этапы благоустройства направлены на формирование пешеходных и транспортных связей центральной части города. Например, создание тротуара от Молодежного сквера до площади у железнодорожного вокзала позволит закрепить композиционную и пространственную связь двух центров – исторического и культурно-административного. В рамках проекта благоустраиваются парковочные места рядом с Центральной площадью и Дворцом культуры в соответствии с нормативными требованиями (рис. 6 цв. вклейки).

В настоящее время наблюдается отток молодого населения из малых городов и исторических поселений. Это связано не только с явными социально-экономическими аспектами, как например, поиск работы, приобретение доступного жилья, но немаловажную роль играет фактор «привлекательности места». Он напрямую зависит от уровня благоустройства общественных пространств населенного пункта.

Результаты реализации проектов – победителей всероссийских конкурсов лучших проектов создания комфортной городской среды показали, что туристическая привлекательность города, а, следовательно, его экономическое благосостояние, во многом определяется комфортом городской среды. Ключевые общественные пространства становятся площадкой для развития деловой активности и бизнеса, приобретают статус комфортного и безопасного пространства для пребывания различных городских сообществ. Формируется имидж места, отражающий культурные традиции и природное окружение малых городов и исторических поселений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лысова, Н. Ю. Малый исторический город: культурные параметры и актуальные проблемы / Н. Ю. Лысова. – Текст : непосредственный // Регионоведение. – 2008. – № 2 (63). – С. 357–359.
2. Воронина Н. И. Метафизика городского пространства / Н. И. Воронина. – Текст : электронный // Мир русскоговорящих стран. – 2019. – № 1 (1). – С. 132–139. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41301035_75663583.pdf.
3. Енин А. Е. Создание комфортной городской среды и сохранение историко-архитектурного облика малых городов России / А. Е. Енин, Ю. О. Седых. – Текст : электронный // Архитектурные исследования. – 2020. – № 2 (22). – С. 82–95. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_43054633_72686288.pdf.
4. VII Всероссийский конкурс лучших проектов создания комфортной городской среды. – Текст : электронный. – URL: <https://konkurs.gorodsreda.ru/konkurs2-2022>.
5. Гельфонд, А. Л. Взаимосвязь природного и антропогенного при сохранении объектов культурного наследия Нижнего Новгорода / А. Л. Гельфонд. – Текст : электронный // Приволжский научный журнал. – Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 4. – С. 181–188. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_44409067_73132607.pdf.
6. Гельфонд, А. Л. Общественные пространства малых исторических городов. В поисках адресата / А. Л. Гельфонд, М. В. Дуцев. – Текст : электронный // Проект Байкал. – 2019. – Том 16. – С. 119–125. – URL: <https://projectbaikal.com/index.php/pb/article/>



view/1513/1481.

7. Лысова, Н. Ю. Исторический город в дискурсе памяти / Н. Ю. Лысова. – Текст : непосредственный // Четвертые Саранские философские чтения : русская философия, историография, источниковедение, методология : Всероссийская научно-практическая конференция / Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева. – Саранск, 2008. – С. 134–140. – ISBN 978-5-7493-1293-5.

8. Шукин, Д. С. Культура дворянских гнезд в зеркале провинциального социума: на примере Лашминского имения Араповых / Д. С. Шукин. – Текст : электронный // Национальное культурное наследие России: региональный аспект : материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию СГИК. – Самара, 2021. – С. 103–105. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_47341894_65825326.pdf.

9. Воронин, И. Д. Достопримечательности Мордовии: природные, исторические, культурные / – И. Д. Воронин. – Издание 2-е, доработанное. – Саранск : Мордовское книжное издательство, 1982. – 255 с. – Текст : непосредственный.

10. Город должен носить имя этого выдающегося помещика, посвятившего его благоустройству всю жизнь, а не советского чиновника, никогда здесь не бывавшего... – URL: <https://kovilkino13.ru/1987.html>. – Текст : электронный.

11. Попова Э. Н. Федот Васильевич Сычков: очерк жизни и творчества / Э. Н. Попова. – Саранск : Мордовское книжное издательство, 1970. – 188 с. – Текст : непосредственный.

12. Воронина Н. И. Н. П. Огарев и И. А. Арапов в культуре мордовского края / Н. И. Воронина. – Текст : электронный // Краеведческие записки. – 2014. – № 21. – С. 49–55. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_27247275_76090676.pdf.

13. Заявки, поданные на Всероссийский конкурс лучших проектов создания комфортной городской среды. – Текст : электронный. – URL: https://portal.gorodsreda.ru/pls/API_PUBLIC_FS.getAllArchsByRequests_22_2?public_link=Zn8kmZz90GXPOpTKDyJXd9UoNOc9tL8cdg08i2zUDavepsbZ0.

BOTINA Olga Alekseevna, senior teacher, the chair of architecture and design, RODINA Olga Aleksandrovna, candidate of architecture, associate professor, the chair of architecture and design, UMORINA Viktoriya Mikhaylovna, senior teacher, the chair of architecture and design, CHEGRINA Alyona Viktorovna, senior teacher, the chair of architecture and design.

AN ARCHITECTURAL CONCEPT FOR ORGANIZING THE CENTRAL PUBLIC AREA IN A SMALL TOWN (BY THE EXAMPLE OF THE TOWN OF KOVYLKINO, THE REPUBLIC OF MORDOVIA)

Institute of Architecture and Construction Engineering, National Research Ogarev Mordovia State University, 24, Sovetskaya Str., Saransk, 430000, Republic of Mordovia, Russia, e-mail: fac-build@adm.mrsu.ru

Key words: Comfortable town environment, a national project, a public area, small towns, Kovylkino, Arapov, Sychkov.

The article is dedicated to an actual theme of nowadays, that is the improvement of public areas in small towns. The authors consider tourist and economical development in such small towns via their environmental improvement. The designing of the central public area is shown in this article stage by stage. It is revealed that one of the criteria for the successful implementation of landscaping projects is the creation of the image of the place by including historical and natural contexts. Some small towns and historical settlements were renamed after the events in 1917. The unique place names have been lost. The authors believe that by placing thematic SAFs in the environment and organizing functional zones associated with historical personalities and events, it is partly possible to restore historical justice.



REFERENCES

1. Lysova N. Yu. Maly istoricheskiy gorod: kulturnye parametry i aktualnye problemy [Small historical city: cultural parameters and current problems]. *Regionologiya* [Regionology]. 2008. № 2 (63). P. 357–359.
2. Voronina N. I. Metafizika gorodskogo prostranstva [Metaphysics of urban space]. *Mir russkogovoryaschikh stran* [The world of Russian-speaking countries]. 2019, № 1 (1). P. 132–139. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41301035_75663583.pdf.
3. Enin A. E., Sedykh Yu. O. Sozdanie komfortnoy gorodskoy sredy i sokhranenie istoriko-arkhitekturnogo oblika malykh gorodov Rossii [Creating a comfortable urban environment and preserving the historical and architectural appearance of small Russian cities]. *Arkhitekturnye issledovaniya* [Architectural research]. 2020, № 2 (22). P. 82–95. – URL : https://elibrary.ru/download/elibrary_43054633_72686288.pdf.
4. VII Vserossiyskiy konkurs luchshikh proektov sozdaniya komfortnoy gorodskoy sredy [VII All-Russian competition of the best projects for creating a comfortable urban environment]. URL: <https://konkurs.gorodsreda.ru/konkurs2-2022>.
5. Gelfond A. L. Vzaimosvyaz prirodnogo i antropogenogo pri sokhraneni obektov kulturnogo naslediya Nizhnego Novgoroda [The relationship between natural and anthropogenic while preserving the cultural heritage of Nizhny Novgorod]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2020, № 4. P. 181–188. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_44409067_73132607.pdf.
6. Gelfond A. L., Dutsev M. V. Obschestvennye prostranstva malykh istoricheskikh gorodov. V poiskakh adresata [Public spaces of small historical cities. In search of the addressee] / *Proekt Baykal* [Project Baikal]. – 2019. – Vol. 16. – P. 119–125. – URL: <https://projectbaikal.com/index.php/pb/article/view/1513/1481>.
7. Lysova N. Yu. Istoricheskiy gorod v diskurse pamyati [Historical city in the discourse of memory] / *Chetvyortye Saranskie filosofskie chteniya: Russkaya filosofiya: istoriografiya, istochnikovedenie, metodologiya : Vseross. Nauchno-praktich. konferen. / Mordov. gos. un-t im. N.P. Ogareva. Saransk, 2008. P.134-140. – ISBN 978-5-7493-1293-5.*
8. Schukin D. S. Kultura dvoryanskikh gnyozd v zerkale provintsialnogo sotsiума: na primere Lashmingskogo imeniya Arapovykh [The culture of noble nests in the mirror of provincial society: on the example of the Lashminsky estate of the Arapovs] / *Natsionalnoe kulturnoe nasledie Rossii: regionalny aspekt: Materialy IX Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyaschyonnoy 50-letiyu SGIK / Samara, 2021. P. 103-105. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_47341894_65825326.pdf.*
9. Voronin I. D. Dostoprimechatelnosti Mordovii: prirodnye, istoricheskie, kulturnye [Sights of Mordovia: natural, historical, cultural]. *Izdanie 2-e, dorabotannoe. Saransk: Mordov. kn. izd-vo, 1982, 255 p.*
10. Gorod dolzhen nosit imya etogo vydayushchegosya pomeschika, posvyativshego ego blagoustroystvu vsyu zhizn, a ne sovetskogo chinovnika, nikogda zdes ne byvavshego... [The city should bear the name of this outstanding landowner who devoted his whole life to its improvement, but not a Soviet official who has never been here]. URL: <https://kovilkino13.ru/1987.html>.
11. Popova E. N. Fedot Vasilevich Sychkov: ocherk zhizni i tvorchestva [Fedot Vasilevich Sychkov: an essay on life and creativity]. Saransk: Mordov. kn. izd-vo, 1970, 188 p.
12. Voronina N. I. N. P. Ogarev i I. A. Arapov v kulture mordovskogo kraya [N. P. Ogarev and I. A. Arapov in the culture of the Mordovian region]. *Kraevedcheskie zapiski* [Local history notes]. 2014. № 21. P. 49–55. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_27247275_76090676.pdf.
13. Zayavki, podannye na Vserossiyskiy konkurs luchshikh proektov sozdaniya komfortnoy gorodskoy sredy [Applications submitted for the All-Russian competition of the best projects for creating a comfortable urban environment]. URL: https://portal.gorodsreda.ru/pls/API_PUBLIC_FS.getAllArchsByRequests_22_2?public_link=Zn8kmZz90GXPOpTKDyJXd9UoNOc9tL8cdg08i2zUDavepssbZ0.

© О. А. Ботина, О. А. Родина, В. М. Уморина, А. В. Чегрина, 2023

Получено: 02.02.2023 г.

УДК 721.011.22+628.9.021

Л. Н. ОРЛОВА, д-р техн. наук, проф. кафедры архитектурного проектирования

ЭКРАНИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЗДАНИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: orludm.orlova@yandex.ru

Ключевые слова: годовые поля облучения, зоны области экранирования, классификация зданий по экранирующей способности фасадов, характеристики экранирующей способности зданий.

Рассмотрены и проанализированы характеристики оценки экранирующей способности зданий. Предложено при проектировании учитывать удельную объемную экранирующую способность, которая может служить градостроительным показателем при обосновании выбора рациональной конфигурации и параметров зданий.

Закономерности формирования геометрической структуры суточных и годовых полей прямого, рассеянного и суммарного облучения территорий в оптическом диапазоне спектра были подробно исследованы ранее на основе компьютерного моделирования и расчета световых полей [1].

Предложено поля облучения характеризовать в относительных единицах по степени экранирования территории η , при этом область экранирования разделить на три зоны по степени экранирования: а) малого ($\eta < 0,3$); б) среднего ($0,3 \leq \eta < 0,5$) и в) большого ($\eta \geq 0,5$). Признано целесообразным выделить также зону существенного экранирования ($\eta \geq 0,3$), в пределах которой происходит значительное снижение доз облучения H .

Величина и конфигурация поля экранирования вокруг здания произвольной ориентации является линейной комбинацией полей от прямоугольных экранов – фасадов здания. При этом экранирующая способность фасада определяется его относительной длиной l/h (l – длина, h – высота фасада), в зависимости от которой все здания подразделены на три группы: а) башенного типа ($l/h < 1$); б) средней протяженности ($1 \leq l/h < 3$) и в) протяженные ($l/h \geq 3$).

Анализ показал, что закономерности формирования годового поля при изменении геометрических параметров зданий в принципе аналогичны отмеченным ранее [2, 3] закономерностям формирования структуры суточных полей. При уменьшении l/h поле стремится к предельному состоянию для $l/h = 0$, т. е. к структуре поля бесконечной вертикальной полосы (рис. 1б цв. вклейки), а при увеличении l/h приближается к полю бесконечно протяженной полосы, т. е. поля вырождаются в плоскопараллельные (рис. 1а цв. вклейки). Структура поля от здания конечных размеров занимает промежуточное положение между двумя предельными (рис. 1в цв. вклейки). Причем чем больше η , тем быстрее происходит переход поля в одно из предельных состояний. Для зоны существенного экранирования такими предельными значениями являются $l/h = 0,5$ и $l/h = 3$. Для зоны малого экранирования принятие тех же значений в качестве предельных вносит незначительную погрешность ($\leq 5\%$) в определение размеров зоны экранирования при $l/h < 0,5$ и $l/h \geq 3$. Поля годовых доз H_c суммарного



(прямого H_n и рассеянного H_p) эффективного (УФ – ультрафиолетовая, эр – эритемная, бакт – бактерицидная, вид – видимая и инт – интегральная радиация) облучения и продолжительности инсоляции $T_{год}$ территории при ясном небосводе [4] от здания средней протяженности ($l/h = 1$) представлены на рис. 2 цв. вклейки.

Экранирующую способность здания предложено характеризовать:

– площадью зоны экранирования S_η (m^2), под которой подразумевается площадь, ограниченная контуром здания и изолинией со степенью экранирования η . При этом будем считать площадь, ограниченную $\eta = 0,05$, областью экранирования S_0 , а отношение $S_\eta = S_\eta / S_0$ (%) – относительной величиной зоны экранирования;

– удельной экранирующей способностью $S_{v,\eta} = S_\eta / V$ (m^{-1}), определяемой как отношение площади зоны экранирования S_η к объему здания V .

Подобная характеристика была введена ранее в работе [2] для плоских объектов и получила название удельной экранирующей способности S_η / S_3 , где S_3 – площадь экрана в m^2 . По аналогии для объемных объектов естественно определять удельную объемную экранирующую способность. Данное отношение позволяет подсчитать величину площади экранирования на единицу общей площади или населения, проживающего на этой территории, т. е. может служить градостроительным показателем при обосновании выбора рациональной конфигурации и параметров зданий. Эти зависимости легко найти на основе известных соотношений между объемом здания V (m^3), общей площадью F (m^2) и численностью населения N (чел.):

$$S_\eta / F = k_2 \cdot S_{v,\eta}; \quad S_\eta / N = n \cdot k_2 \cdot S_{v,\eta}, \quad (1)$$

где k_2 – объемный коэффициент (отношение объема здания к общей площади); n – норма обеспеченности общей площадью.

Экранирующая способность зависит от геометрических параметров здания. Как показал анализ, минимальную S_η имеют здания с квадратным фасадом. Поэтому экранирующую способность здания удобно характеризовать отношением:

$$f(l/h, \eta) = S(l/h, \eta) / S(1, \eta), \quad (2)$$

где $f(l/h, \eta)$ – можно рассматривать как относительную характеристику экранирующей способности зданий, имеющих различные пропорции фасадов.

На графиках рис. 1 явно выделяются три участка. Криволинейный участок при $0,5 < l/h < 3$ показывает существенно не плоское поле, где сказываются закономерности объемного, трехмерного поля. Изменение пропорций здания в сторону уменьшения ($l/h < 0,5$) или увеличения ($l/h > 3$) приводит к постепенному переходу поля в плоскопараллельное. Поэтому зависимость $f(l/h, \eta)$ от геометрических пропорций становится линейной.

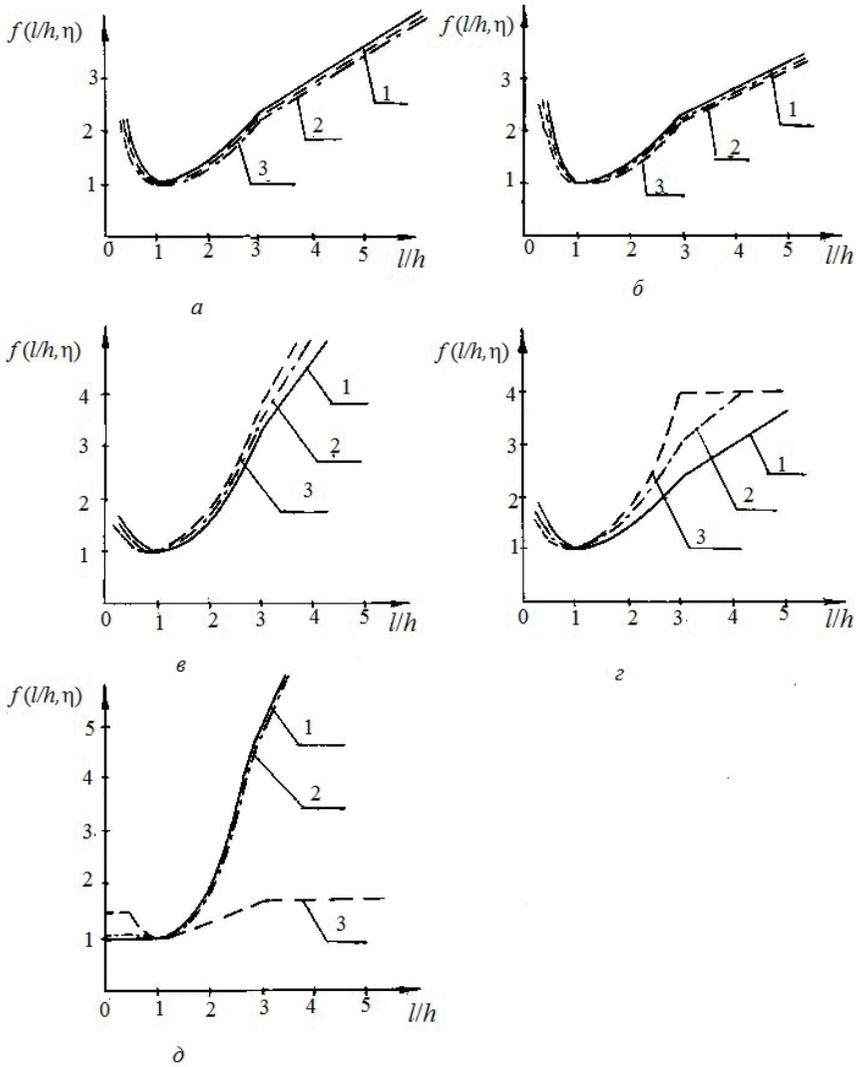


Рис. 1. Относительная характеристика экранирующей способности $f(l/h, \eta)$ зданий широтной (1), диагональной (2) и меридиональной (3) ориентации в различных зонах экранирования: а - $\eta > 0$; б - $0 < \eta < 0,3$; в - $0,3 \leq \eta < 0,5$; г - $\eta \geq 0,3$; д - $\eta \geq 0,5$

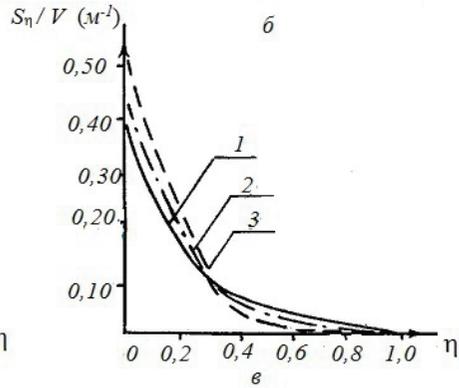
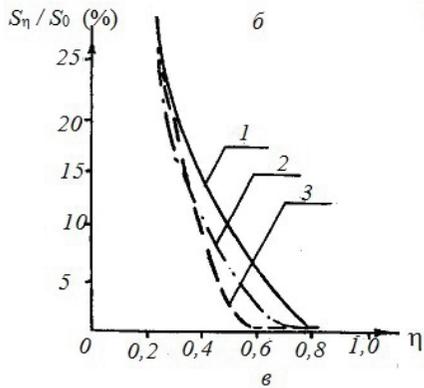
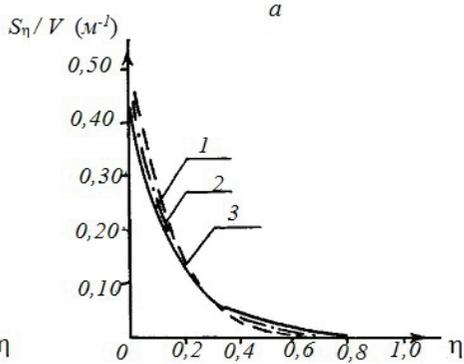
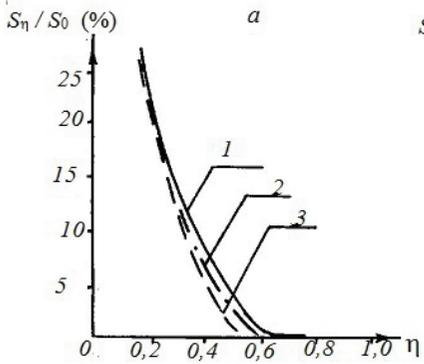
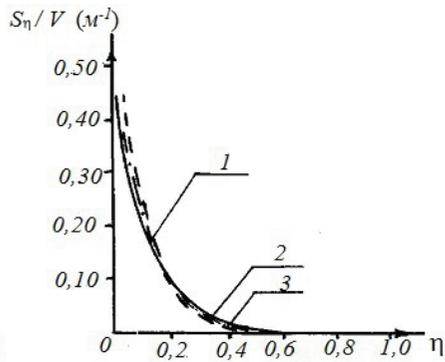
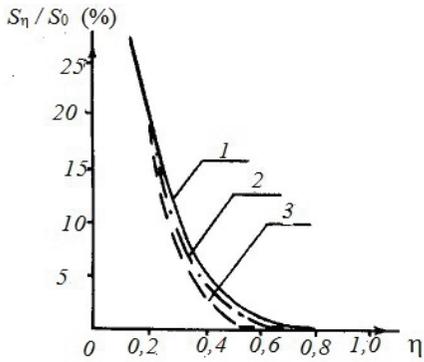


Рис. 2. Зависимость относительной величины зоны экранирования S_{η} / S_0 ($H_{с.нф}$; $\varphi = 55^{\circ}$ с. ш.) у зданий широтной (1), диагональной (2) и меридиональной (3) ориентации: а - $l/h = 0,5$; б - $l/h = 1$; в - $l/h = 3$

Рис. 3. То же для удельной экранирующей способности S_{η} / V

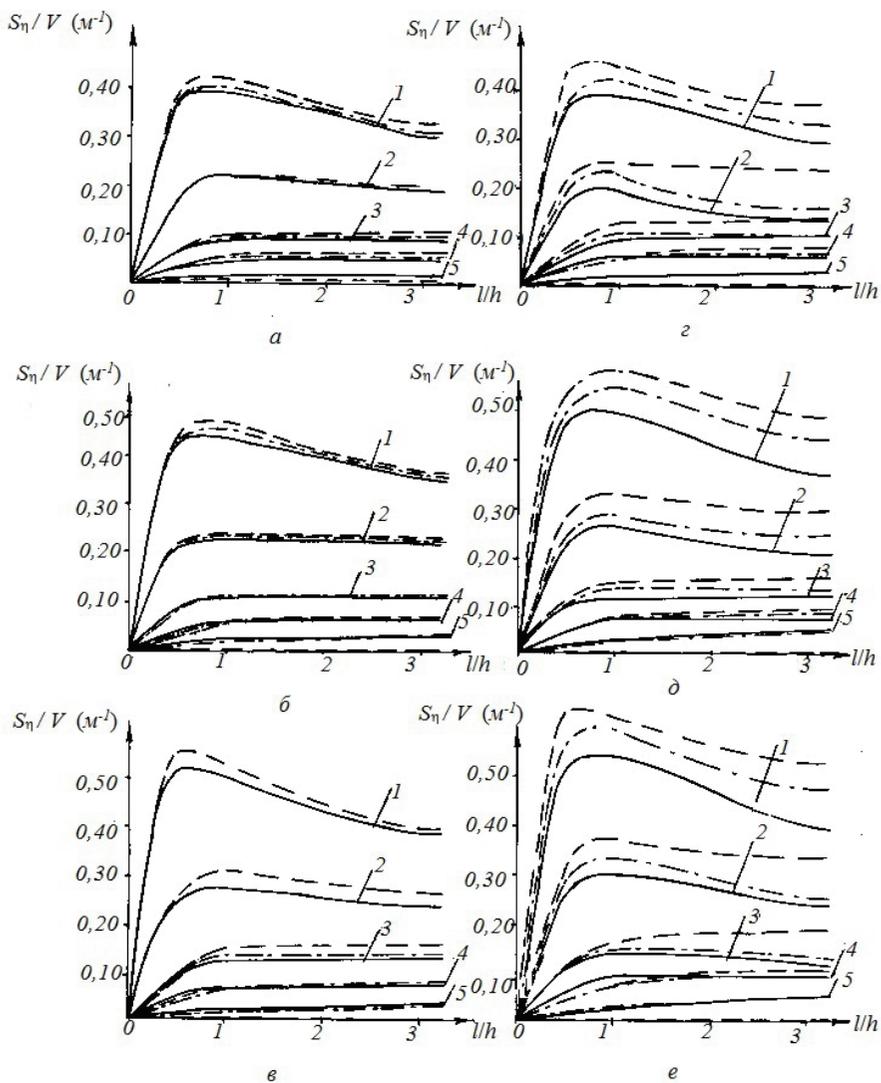


Рис. 4. Зависимость удельной экранирующей способности S_{η} / V от геометрических параметров зданий для $H_{c,вф}$ (а-б) и $H_{c,инт}$ (з-е) на южных $\varphi = 35^{\circ}$ с. ш. (а, з), средних $\varphi = 55^{\circ}$ с. ш. (б, д) и северных $\varphi = 65^{\circ}$ с. ш. (е, е) широтах в различных зонах экранирования: 1 – $\eta > 0$; 2 – $\eta \geq 0,1$; 3 – $\eta \geq 0,2$; 4 – $\eta \geq 0,3$; 5 – $\eta \geq 0,5$

К СТАТЬЕ Л. Н. ОРЛОВОЙ «ЭКРАНИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЗДАНИЙ»

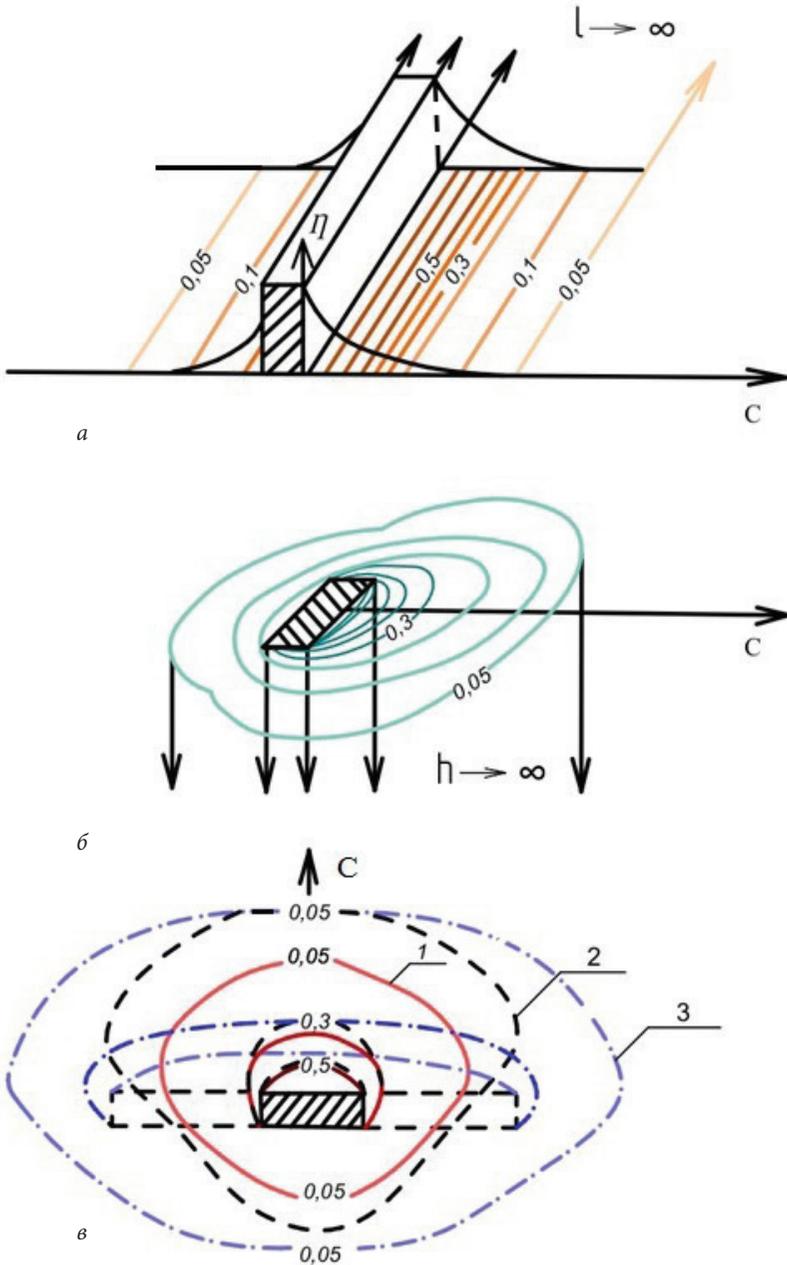


Рис. 1. Схема изменения структуры годового поля экранирования в зависимости от параметров здания: а – бесконечной протяженности; б – бесконечной высоты; в – конечных размеров (1) по сравнению с башенным (2) и протяженным (3)

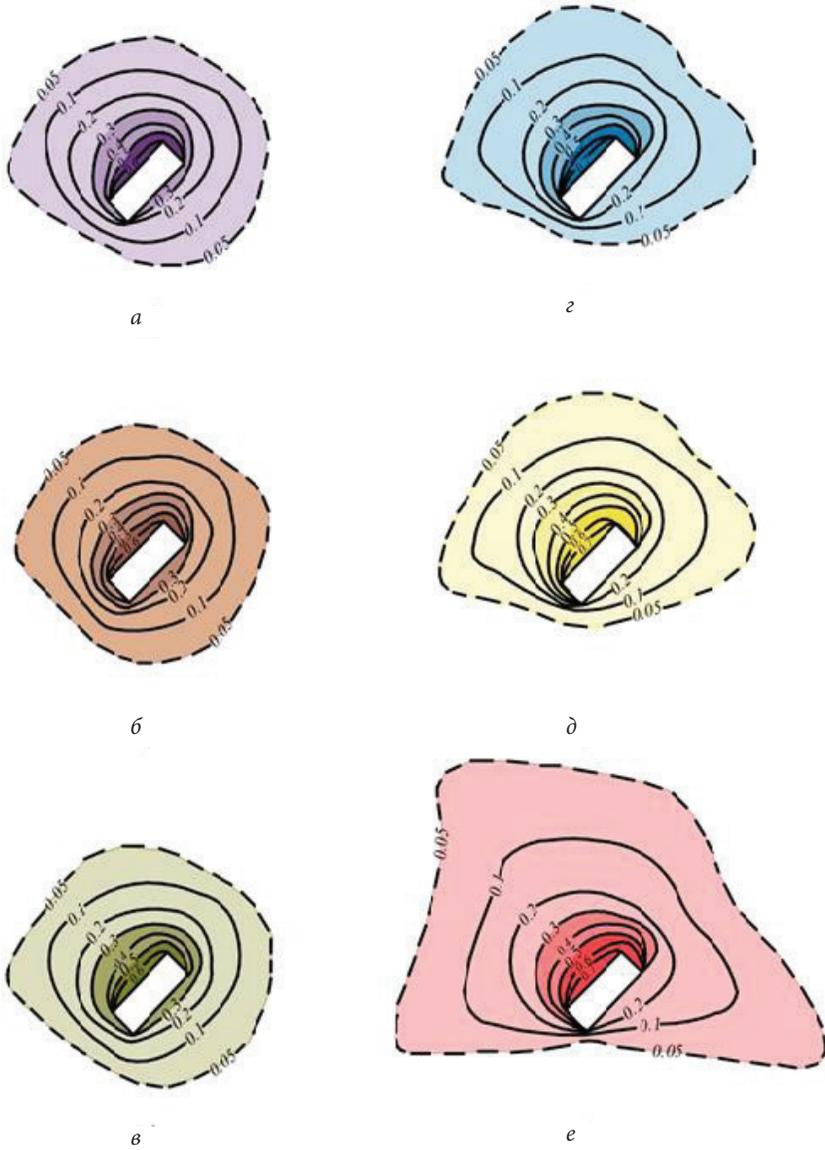


Рис. 2. Годовые поля облучения территории ($\varphi = 55^\circ$ с. ш.) $H_{с,УФ}$ (а), $H_{с,эр}$ (б), $H_{с,бакт}$ (в), $H_{с, вид}$ (г) и $H_{с,инт}$ (д); продолжительности инсоляции $T_{год}$ (е) вокруг зданий конечных размеров – средней протяженности ($l/h = 1$)



Зависимость относительной экранирующей способности зданий $f(l/h, \eta)$ от ориентации возрастает с увеличением η , достигая максимума в зоне большого экранирования ($\eta \geq 0,5$). Горизонтальный участок на графике (рис. 3д) в зоне $\eta \geq 0,5$ у башенных зданий указывает на переход поля в предельное состояние при $l/h = 0,5$. То же у протяженных зданий меридиональной ориентации означает, что зона $\eta \geq 0,5$ находится в торцевой части, а геометрические пропорции торца при изменении l/h не меняются.

Площадь зоны экранирования зависит от широты (φ), однако широтный градиент увеличения S_η не превышает 15–20%. Широтные различия растут с увеличением η , что наиболее характерно для протяженных зданий широтной ориентации.

Анализ показал, что площадь области экранирования S_0 практически не зависит от ориентации здания (α – угол ориентации). Поэтому закономерности изменения $S_\eta = f(\alpha)$ справедливы и для S_η . Представленные на рис. 2 графики указывают на монотонное убывание S_η с увеличением η для зданий любых параметров и ориентации. Максимальную $S_\eta < 0,3$ имеют башенные здания – 92 %, а минимальную – протяженные – 81 %. Причем S_η мало зависит от α . Азимутальные различия растут с увеличением η и достигают максимума в зоне большого экранирования. Эта зависимость наиболее существенна у протяженных зданий. Величина $S_\eta \geq 0,5$ при $l/h = 3$ уменьшается с 9,5 до 0,5 % по мере отклонения ориентации здания от широтной (рис. 2).

Принципиальных различий в экранирующей способности зданий по отношению к $H_{c, \text{уф}}$ и $H_{p, \text{уф}}$ нет. Возможные количественные расхождения заключаются в увеличении $S_\eta < 0,3$ на 1–2 % и стало быть таком же уменьшении $S_\eta \geq 0,3$, которая, в свою очередь, снижается за счет уменьшения на 60–70 % $S_\eta \geq 0,5$ у зданий широтной и диагональной ориентации. Для зданий меридиональной ориентации эти различия значительно меньше. Вследствие малой величины $S_\eta \geq 0,5$ отмеченные различия сказываются в экранировании только придомовой полосы шириной менее 10 м.

При экранировании зданием $H_{c, \text{инт}}$ S_η увеличивается на 15–25 % по сравнению с S_η от $H_{c, \text{уф}}$. Однако одновременное увеличение S_0 и S_η приводит к тому, что S_η мало меняется по отношению к S_η для $H_{c, \text{уф}}$. Отсюда следует, что относительная величина любой зоны экранирования S_η практически не зависит от спектральной области. С другой стороны, различия в экранировании H_p и H_c для радиации любых диапазонов спектра аналогичны отмеченным выше для ультрафиолетовой радиации.

Зависимость удельного экранирования территории η от параметров и ориентации здания представлены на рис. 3, 4. Из рассмотрения графиков следует, что тенденции изменения идентичны для всех широт. Величина $S_{v, \eta}$ возрастает от южных широт к северным. С увеличением l/h $S_{v, \eta} < 0,3$ уменьшается, а $S_{v, \eta} \geq 0,3$, наоборот, растет. Азимутальные различия в области экранирования $\eta > 0$ и зоне малого экранирования незначительны. Причем $S_{v, \eta} \geq 0,3$ растет, а $S_{v, \eta} \geq 0,5$ уменьшается для $l/h \geq 1$ по мере отклонения ориентации здания от широтной. Азимутальные различия $S_{v, \eta}$ пропорциональны изменению S_η и достигают 60–70 % при $\eta \geq 0,5$. Эти закономерности справедливы и для других видов радиации.

Таким образом, предлагается учитывать удельную объемную экранирующую способность, т. е. величину зоны экранирования, отнесенную к единице общей площади жилья или населения на данной территории, которая может служить градостроительным показателем при обосновании выбора рациональной конфигурации и параметров зданий.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлова, Л. Н. Основы формирования световой среды городской застройки : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Л. Н. Орлова ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2006. – 441 с. – Текст : непосредственный.
2. Бахарев, Д. В. Методы расчета и нормирования солнечной радиации в градостроительстве: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Д. В. Бахарев ; Научно-исследовательский институт строительной физики. – Москва, 1968. – 218 с. – Текст: непосредственный.
3. Marti, H. Der Schattenwurf von Gebauden [Тенеобразование от зданий] / H. Marti // Schurizerische Bauzeitung. – 1952. – № 29. – S. 407–412.
4. Орлова, Л. Н. Режим эффективного облучения территорий в годовых циклах / Л. Н. Орлова. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2021. – № 4. – С. 179–182.

ORLOVA Lyudmila Nikolaevna, doctor of technical sciences, professor of the chair of architectural design

SHIELDING CAPACITY OF BUILDINGS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia, Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: orludm.orlova@yandex.ru

Key words: annual irradiation fields, areas of the shielding area, classification of buildings by the shielding ability of facades, characteristics of the shielding ability of buildings.

The article discusses and analyzes characteristics for assessing the shielding capacity of buildings. When designing buildings, it is proposed to take into account their specific volumetric shielding capacity, which can serve as an urban planning indicator for justifying the choice of rational configuration and parameters of buildings.

REFERENCES

1. Orlova L. N. Osnovy formirovaniya svetovoy sredy gorodskoy zastroyki [Fundamentals of the formation of the light environment of urban development]: dis. ... d-ra tekhn. nauk: Nizhegor. gos. arkhitekt.- stroit. un-t. – Nizhny Novgorod. 2006, 441 p.
2. Bakharev D. V. Metody raschyota i normirovaniya solnechnoy radiatsii v gradostroitelstve [Methods of calculation and rationing of solar radiation in urban planning]: dis. ... cand. tekhn. nauk.; Nauchno- issledovat. un-t stroit. fiziki. – Moscow, 1968. 218 p.
3. Marti H. Der Schattenwurf von Gebauden [Shadow's throw away from buildings] // Schurizerische Bauzeitung. 1952. № 29. P. 407–412.
4. Orlova L. N. Rezhim effektivnogo oblyucheniya territoriy v godovykh tsiklakh [The regime of effective irradiation of territories in annual cycles] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. – 2021. – № 4. – P. 179–182.

© Л. Н. Орлова, 2023

Получено: 02.12.2022 г.

УДК 721.011.22:628.9.021

Л. Н. ОРЛОВА, д-р техн. наук, проф. кафедры архитектурного проектирования

СВЕТ И ТЕНИ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: orludm.orlova@yandex.ru

Ключевые слова: оптическая теория светового поля, световое поле в застройке, рассеянные, размытые и четкие оптические изображения светящихся объектов.

На основе оптической теории светового поля наглядно продемонстрирована пространственная структура реального светового поля застройки как аддитивной комбинации пространственно-импульсных рассеянных, размытых и четких оптических изображений светящихся объектов.

В современной теоретической фотометрии под оптическим изображением понимают пространственную структуру светового поля, воспроизводящую форму, взаиморасположение, характер излучения светящихся объектов и оптические свойства среды, в которую они светят [1–3]. Различают *рассеянные* в свободное пространство, *размытые* затеняющими объектами и преобразованные оптическими средами и системами *четкие* оптические изображения. Четкие изображения являются сложнейшими аддитивными комбинациями рассеянных и размытых оптических изображений всего множества светящихся объектов в неограниченной области светового поля.

Показанные на рис. 1, 2 цв. вклейки *четкие* ИО (оптические изображения) содержат полное оптическое (зримое) описание всего жизненного пути фотонов, формирующих изображение: от их рождения в солнечной хромосфере, поглощения и вторичного излучения веществом земной атмосферы, городской среды и до поглощения сетчаткой глаза. То, что мы видим, есть наложение пейзажей пройденного ими пути. Это хорошо иллюстрирует рис. 1 цв. вклейки, на котором показан промежуточный ортогональный пейзаж дома на заснеженном участке, освещенном Солнцем и безоблачным небом. Изображение синтезировано модулем *ClearSky* нашей программы *Lara_02* [4], реализующим спектрально-колориметрическую модель безоблачной атмосферы [5–7]. Как видно на рис. 1 (цв. вклейки), тени являются размытыми изображениями светящей атмосферы, т. е. изображениями ее индикатрисы рассеяния и оптической толщи [8]. Освещаемые участки есть сумма изображений неба и Солнца. Контуры и структура теней воспроизводят сложную форму апертурных диафрагм, образованных конфигурацией здания в потоках параллельных солнечных и сходящихся от неба гомоцентрических лучей.

Поясним это на примере *2D*-изображения плана участка с домом, расположенного на широте Н. Новгорода (рис. 2 цв. вклейки). Участок и крыши дома покрыты снегом и освещаются безоблачным небом и Солнцем в 8 часов утра 22 февраля (*а*). Тени от дома представляют собою размытое изображение показанного выше (*б*) небосвода. Освещенные участки есть сумма изображений неба и Солнца. Это хорошо видно на структурированном изображении (*в*).

Как видно на рис. 2 цв. вклейки, рассеянное анизотропное изображение Солнца изменяет только цветность и яркость освещенных областей и не влияет



на тонкую структуру поля, порождаемую формой затеняющих объектов, индикатрисы рассеяния и оптической толщи атмосферы. Размытое изображение небосвода имеет единый пространственный рисунок, образованный бесконечным продолжением плоскостей $m_1n_1, m_2n_2, k_1l_1, k_2l_2$ граней параллелепипедов $ABCD$ и т. д. как в теневой, так и в освещаемой Солнцем области поля. Разрывы структуры выявляют разные уровни горизонтальных плоскостей пространственного рисунка изображения. Изломы светового поля в плоскостях рисунка, четко воспринимаемые не только в структурированном (ϵ), но и в обычном, гладком (ζ) изображении, разделяют его на темные зоны k_1ABk_2, n_1BCn_2 и т. д. размыва изображения неба гранями параллелепипедов и более светлые зоны k_2Bn_1, n_2Cl_2 и т. д. реберного (суммарного) размыва. Размытое оптическое изображение неба, как и четкое, повернуто на 180° . Этим определяется цветность и яркость света и тени. Тени краснеют по мере удаления от затеняющего объекта, а освещаемые участки – синеют, т. е. насыщенность цвета изображения неба всегда уменьшается с удалением от объектов, образующих это изображение. Примеры световых полей в застройке представлены на рис. 3, 4 цв. вклейки.

Изложенные выше закономерности формирования прямой составляющей изображения плана застройки остаются справедливыми также и для 2D-изображений вертикальных граней (фасадов) объектов и перспективных изображений застройки. Многократные отражения света от поверхностей объектов образуют рефлексы теней – отраженную составляющую светового поля. Рефлексы не меняют пространственного рисунка показанного (ϵ, ζ) прямого изображения источников света (светящей атмосферы и Солнца), но существенно дополняют и усложняют его за счет образования рассеянных и размытых изображений всех объектов, светящих отраженным светом. Принципы образования рисунка рефлексов аналогичны прямому изображению первичных источников света. Цветность рефлексов определяется RGB коэффициентами отражения поверхностей объектов и цветностью прямого изображения на их гранях. Теория рефлексов по существу является теорией многократных отражений света и требует специального рассмотрения. Оптико-геометрический подход к описанию качественной сущности явления открывает здесь широкие возможности для исследователей.

Таким образом, оптическая теория светового поля, позволившая использовать для описания световых полей застройки адекватные явлению терминологию и математические аппараты геометрической оптики, проективной геометрии и теории интегральных уравнений, впервые с наглядной очевидностью объяснила сложнейшую структуру реальных световых полей как аддитивную комбинацию пространственно-импульсных рассеянных, размытых и четких оптических изображений светящихся объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлова, Л. Н. Основы формирования световой среды городской застройки : специальность 18.00.04 : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Людмила Николаевна Орлова ; Московский государственный строительный университет. – Москва, 2006. – 46 с. – Текст : непосредственный.
2. Бахареv, Д. В. Изображение оптическое (к определению основного понятия теории светового поля) / Д. В. Бахареv, Л. Н. Орлова. – Текст : непосредственный // Светотехника. – 2007. – № 2. – С. 4–7.
3. Bakharev D. V. Optical Image : revisiting the Basic Concept of the Light Field Theory / D. V. Bakharev, L. N. Orlova // Light & Engineering. – 2007. – Vol. 15, № 3. – P. 32–37.

**К СТАТЬЕ Л. Н. ОРЛОВОЙ
«СВЕТ И ТЕНИ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ»**

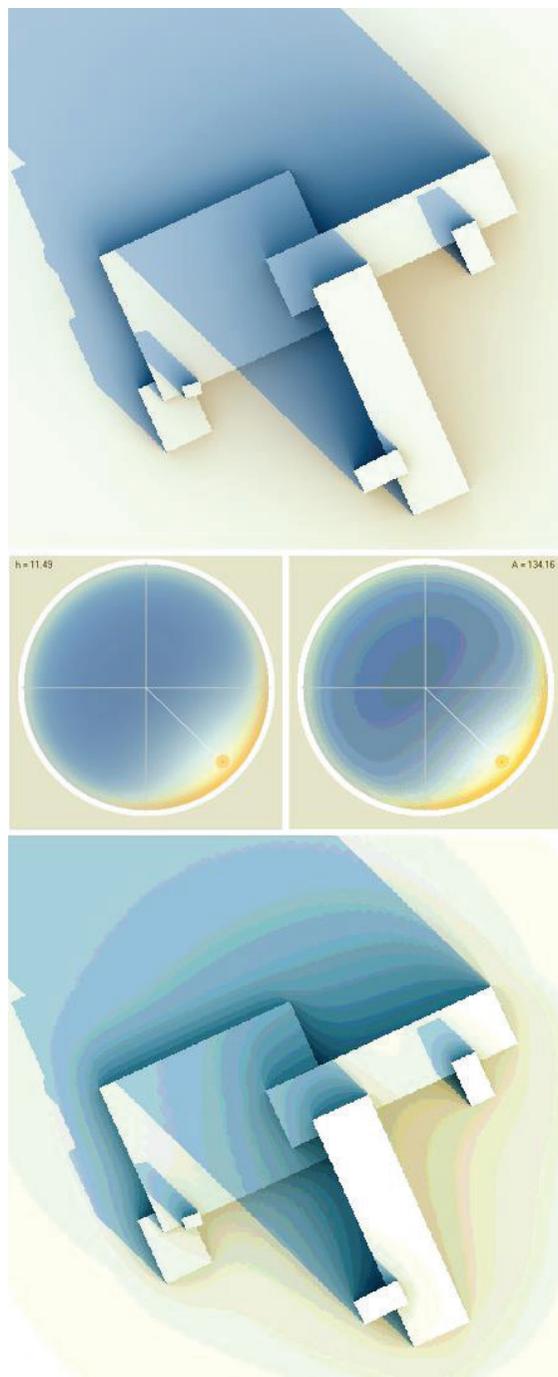


Рис. 1. Горизонтальная ортогональная проекция (план) покрытого снегом участка и дома, освещаемого безоблачным небом и Солнцем. На нижних рисунках изображения градуированы 16 перепадами яркости, демонстрирующими структуру теней как размытых изображений неба и Солнца

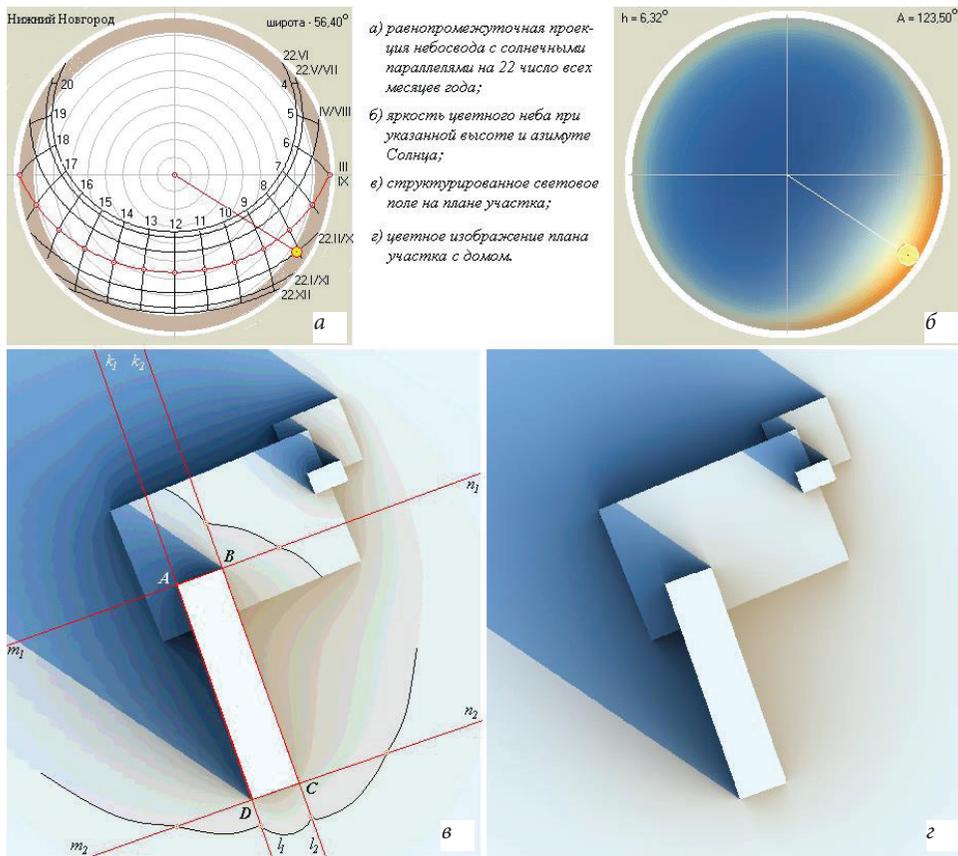


Рис. 2. Изображение плана участка с домом, расположенного на широте Н. Новгорода: в – изображения градуированы 16 перепадами яркости, демонстрирующими структуру теней как размытых изображений неба и Солнца

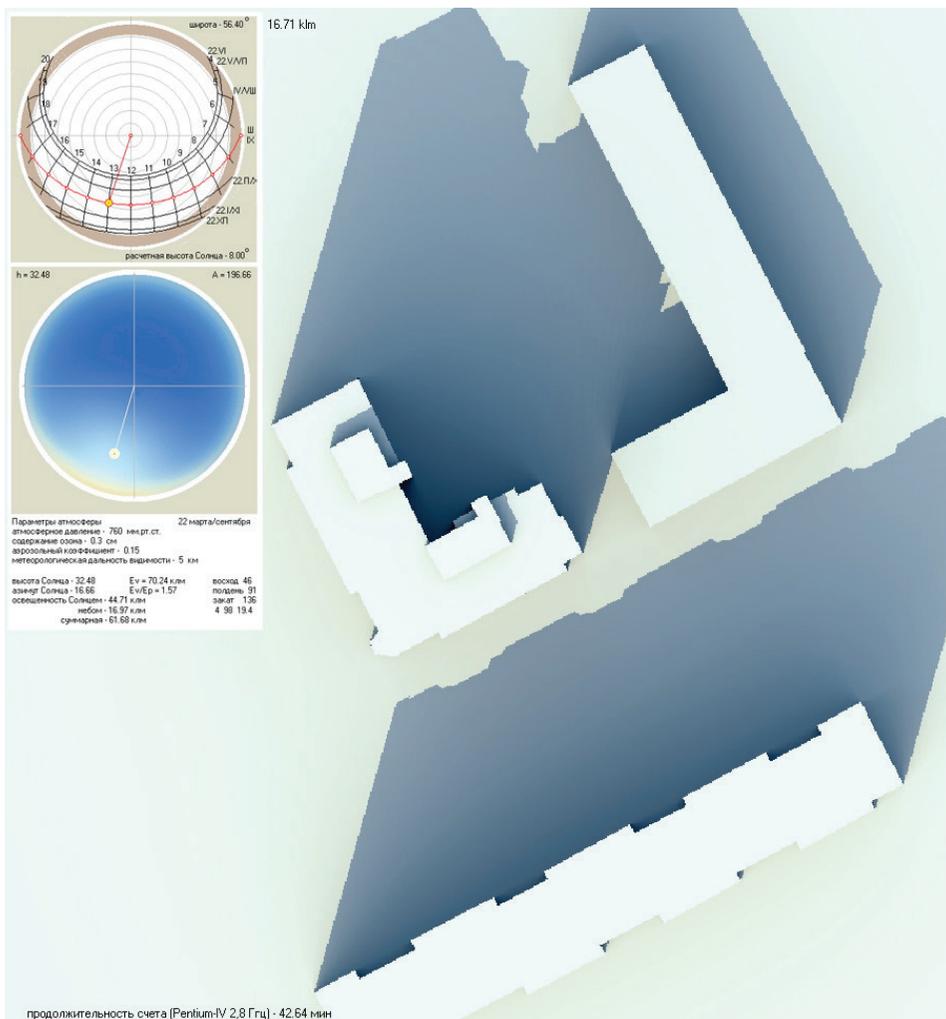


Рис. 3. Световое поле участка застройки по ул. Варварской в Н. Новгороде, освещаемого безоблачным небом и Солнцем в 13 часов

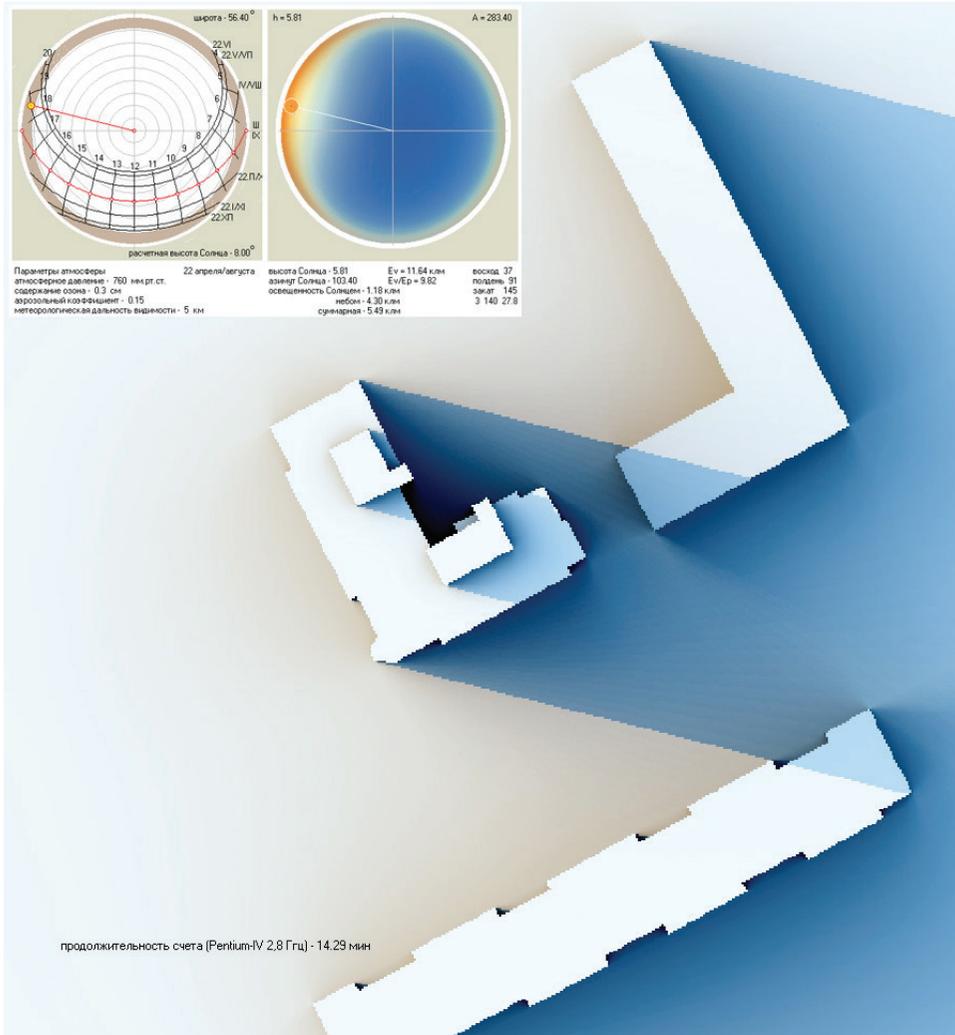


Рис. 4. Световое поле участка застройки по ул. Варварской в Н. Новгороде, освещаемого безоблачным небом и Солнцем в 17³⁰ часов



4. Бахарев, Д. В. Компьютерный расчет естественного освещения : справочная книга по светотехнике / Д. В. Бахарев, Л. Н. Орлова, И. А. Зимнович ; под редакцией Ю. Б. Айзенберга. – Издание 3-е, перераб. и доп. – Москва : Знак, – 2006. – Раздел 18.12. – С. 863–873. – Текст : непосредственный.

5. Орлова, Л. Н. Радиационная модель безоблачной атмосферы в оптическом диапазоне спектра / Л. Н. Орлова. – Текст : непосредственный // Светотехника. – 1993. – № 2. – С. 1–4.

6. Orlova, L. N. Radiation model for ancloudless atmosphere in the optical range / L. N. Orlova // Light and Engineering. – 1993. – Vol. 1, № 3. – P. 49–54.

7. Бахарев, Д. В. О визуализации спектральной модели безоблачного неба и Солнца / Д. В. Бахарев, Л. Н. Орлова, А. Ф. Ширококов. – Текст : непосредственный // Светотехника. – 2000. – № 4. – С. 30–34.

8. Орлова, Л. Н. Атмосферная индикатриса рассеяния – инварианта модели яркости небосвода в оптическом диапазоне спектра / Л. Н. Орлова. – Текст : непосредственный // Светотехника. – 2016. – № 4. – С. 155–163.

ORLOVA Lyudmila Nikolaevna, doctor of technical science, professor of the chair of architectural design

LIGHT AND SHADOWS ON THE BUILDING SITE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering.

65, Ijinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia, Tel.: +7 (831) 430-17-83; e-mail: orludm.orlova@yandex.ru

Key words: optical theory of the light field, light field in the building, scattered, blurred and clear optical images of luminous objects.

Based on the optical theory of the light field, the article clearly demonstrates the spatial structure of the real light field of the building as an additive combination of spatial-pulse scattered, blurred and clear optical images of luminous objects.

REFERENCES

1. Orlova L. N. Osnovy formirovaniya svetovoy sredy gorodskoy zastroyki [Fundamentals of the formation of the light environment of urban development]: spets. 18.00.04 : dis. ... d-ra tekhn. nauk: Mosk. gos. stroit. un-t. – Moscow, 2006, 46 p.

2. Bakharev D. V., Orlova L. N. Izobrazhenie opticheskoe (k opredeleniyu osnovnogo ponyatiya teorii svetovogo polya) [Optical image (to the definition of the basic concept of the theory of the light field)] // Svetotekhnika [Light & Engineering]. – 2007. – № 2. – P. 4–7.

3. Bakharev D. V., Orlova L. N. Optical Image: Revisiting the Basic Concept of the Light Field Theory // Light & Engineering. – 2007. – Vol. 15. № 3. – P. 32–37.

4. Bakharev D. V., Orlova L. N., Zimnovich I. A. Kompyuterny raschyot estestvennogo osvescheniya [Computer calculation of natural light] // Spravochnaya kniga po svetotekhnike / pod red. Yu. B. Ayzemberga. 3-e izd. pererab. i dop. – Moscow: Znak. – 2006. – Razdel 18.12. – P. 863–873.

5. Orlova L. N. Radiatsionnaya model bezoblachnoy atmosfery v opticheskom diapazone spektra [Radiation model for a cloudless atmosphere in the optical range] // Svetotekhnika [Light & Engineering]. – 1993. – № 2. – P. 1–4.

6. Orlova L. N. Radiation model for a cloudless atmosphere in the optical range // Light and Engineering. Allertonpress.Inc. / NewYork. – 1993. – Vol. 1. – № 3. – P. 49–54.

7. Bakharev D. V., Orlova L. N., Shirobokov A. F. O vizualizatsii spektralnoy modeli bezoblachnogo neba i Solntsa [On visualization of a spectral model of a cloudless sky and the Sun] // Svetotekhnika [Light & Engineering]. – 2000. – № 4. – P. 30–34.

8. Orlova L. N. Atmosfernaya indikatrisa rasseyaniya – invarianta modeli yarkosti небосвода



v opticheskom diapazone spectra [Atmospheric scattering indicatrix is an invariant of the sky brightness model in the optical range of the spectrum] // Svetotekhnika [Light & Engineering]. – 2016. – № 4. – P. 155–163.

© **Л. Н. Орлова, 2023**

Получено: 02.12.2022 г.

ЮБИЛЕЙ АКАДЕМИКА С. В. ФЕДОСОВА



3 марта 2023 года Сергею Викторовичу Федосову, академику РААСН, Заслуженному деятелю науки Российской Федерации, Лауреату премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, доктору технических наук, профессору кафедры Технологии и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета исполнилось 70 лет.

Профессиональная жизнь Сергея Викторовича уже более полувека связана с научной деятельностью, плодотворной академической, управленческой и преподавательской работой, что является ярким примером добросовестного служения благородному делу просвещения и науки. Судьба Сергея Викторовича – это путь целеустремленного человека, талантливого руководителя, высокопрофессионального, решающего сложнейшие задачи во всех сферах своей деятельности.

В 1975 году Сергей Викторович окончил Ивановский химико-технологический институт с отличием и был рекомендован в аспирантуру, а уже в 1989 году возглавил кафедру «Процессы и аппараты химической технологии» родного института. В 1990 году ему было присвоено ученое звание профессора. В 1993 году перешел на работу в Ивановский инженерно-строительный институт на должность первого проректора. В 1996 году избран ректором, а в 2012 президентом ВУЗа. С 2013 года по 2018 год Сергей Викторович работал в должности президента Ивановского государственного политехнического университета. В 2018 году Сергей Викторович пришел работать в Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, с 2022 является профессором кафедры «Технологии и организация строительного производства».

В 1978 году он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование процесса грануляции минеральных удобрений с использованием внутреннего рецикла в аппаратах с псевдоожиженным слоем», а в 1987 году — докторскую на тему «Процессы термической обработки дисперсных материалов с фазовыми и химическими превращениями». С 2018 года занимает должность руководителя Верхневолжского представительства Центрального территориального отделения РААСН.

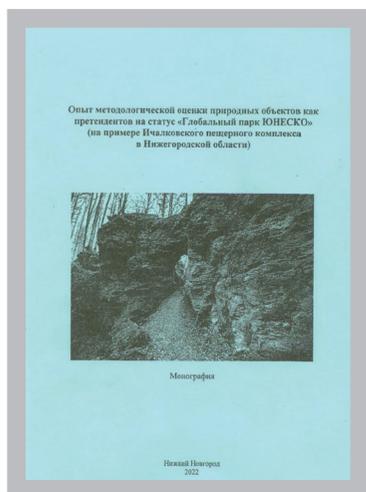
Сергей Викторович Федосов – обладатель многих грантов, престижных премий, правительственных наград, медалей, дипломов различных отечественных и зарубежных научных сообществ, почетный профессор многих зарубежных и российских вузов. Так же он активно проводит работу по подготовке



преподавательских и научных кадров, среди его учеников 25 защищенных и утвержденных ВАК РФ докторов технических наук и 75 кандидатов наук. Он является автором более 500 публикаций в отечественных и зарубежных научных изданиях, более 20 монографий и учебных пособий, имеет более 50 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

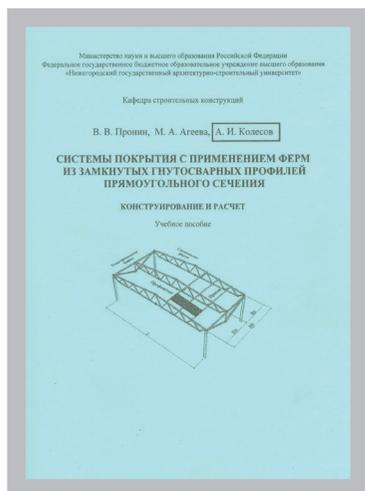
Редакция «Приволжского научного журнала» от всей души поздравляет Сергея Викторовича с 70-летием и желает ему крепкого здоровья, счастья, энергии и вдохновения для покорения новых вершин!

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



Коломиец, А. М. Опыт методологической оценки природных объектов как претендентов на статус «Глобальный парк ЮНЕСКО» (на примере Ичалковского пещерного комплекса в Нижегородской области) : монография / А.М. Коломиец, А. А. Лапшин, С. В. Бакка, Т. О. Ерискина, Е. Н. Зотова, А. В. Иванов, А.А. Каюмов, Н. Ю. Киселева, А. С. Коротин, В. М. Красильников, Е. Н. Никольский, А. В. Чечин; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2022. – 204 с. ISBN 978-5-528-00497-6

Монография содержит результаты работ по выделению достопримечательностей территории Ичалковского пещерного комплекса, которые охарактеризованы на конкретных геологических особенностях территории в областях геотехники, геоморфологии, стратиграфии, палеонтологии, гидрогеологии, истории геологического развития ее с привлечением картографирования, гидрографии, климатологии, биологии, туристической отрасли. Вместе с тем, с учетом потребностей всестороннего номинирования территории, выполнены работы по оценке возможностей развития всего природного и культурного наследия территории, даны предложения по информационному и экологическому обеспечению функционирования территории Ичалковского природного комплекса.



Пронин, В. В. Системы покрытия с применением ферм из замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения. Конструирование и расчет : учеб. пособ. / В. В. Пронин, М. А. Агеева, А. И. Колесов; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2022. – 114 с. ISBN 978-5-528-00502-7

Пособие выпущено для углубленного рассмотрения и усвоения вопросов проектирования одного из современных конструктивных видов покрытий с применением ферм из гнутосварных профилей. Приведены краткие исторические сведения о появлении таких конструкций, даны сведения о действующих в

РФ типовых сериях. Каждый раздел проиллюстрирован чсловым примером как в традиционном виде, так и с применением современных расчетных комплексов.

Предназначено для студентов специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» и направления 08.03.01 «Строительство», профиль «Промышленное и гражданское строительство» при выполнении выпускных квалификационных работ.



ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ НАУЧНОЙ СТАТЬИ В ПЕРИОДИЧЕСКОМ НАУЧНОМ ИЗДАНИИ «ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

1. Список материалов, необходимых для публикации научной статьи

1.1. Автор (авторы) в соответствии с приведенными ниже требованиями должен оформить материалы научной статьи: рукопись статьи и сопроводительные документы к ней. Журнал является двуязычным, и материалы научной статьи могут подаваться в редакцию на русском или на английском языках (здесь имеется ввиду язык основного текста статьи, т. к. часть материалов статьи должна оформляться на обоих языках).

1.2. Рукопись статьи представляется в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4 (оформление – см. п. 2) и в электронном виде (оформление – см. п. 3). **Печатный и электронный варианты рукописи статьи должны быть идентичны.**

1.3. Сопроводительные документы к рукописи статьи должны включать в себя:

1.3.1. Сопроводительное письмо в двух экземплярах в печатном виде на листе формата А4 **по утвержденной форме**, которая приведена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> Данное письмо подписывается руководителем организации (юридического лица), откуда исходит рукопись статьи. Если автор статьи не является работником какой-либо организации, не является аспирантом, докторантом, соискателем ученой степени, то сопроводительное письмо подписывается им лично (в этом случае к сопроводительному письму должны прилагаться документы, подтверждающие статус безработного). Для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, сопроводительное письмо представлять не требуется.

1.3.2. Выписку из протокола заседания кафедры (отдела, научно-технического совета или иного правомочного органа) с рекомендацией статьи к публикации в Приволжском научном журнале в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то вместо выписки представляется рекомендация к опубликованию, подписанная научным работником, имеющим ученую степень по соответствующей специальности (определяется по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России).

1.3.3. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Данный документ оформляется по форме, утвержденной в организации, откуда исходит рукопись статьи. Форма экспертного заключения, утвержденная в ННГАСУ, размещена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> (для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, данный документ оформляется в отделе интеллектуальной собственности и трансфера технологий (корпус II, каб. 213-а, тел.: (831) 430-19-34).

Если в организации, откуда исходит рукопись статьи, нет утвержденной формы экспертного заключения, то в качестве образца может использоваться форма ННГАСУ (при этом автор должен внести соответствующие изменения в наименования должностей и Ф.И.О. ответственных лиц). Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати представлять не требуется.

1.3.4. Документ (копия бланка подписки), подтверждающий оформление подписки на Приволжский научный журнал на 2 (два) номера или более (индекс



80382 в каталоге «Урал-Пресс»). Подписка может быть оформлена физическим или юридическим лицом. Требование по оформлению подписки **не распространяется** на следующие категории лиц: 1) на аспирантов (статус аспиранта подтверждается справкой из организации, в которой проходит обучение в аспирантуре); 2) на штатных сотрудников ННГАСУ; 3) на членов редакционной коллегии Приволжского научного журнала. *Примечание:* если соавтором статьи является лицо, не относящееся ни к одной из вышеуказанных категорий, то требование по оформлению подписки на журнал сохраняется.

1.4. Если авторами статьи являются работники различных организаций (юридических лиц), то сопроводительные документы оформляются от одной из организаций (по усмотрению авторов), а от остальных необходимо представить выписки из протоколов заседаний кафедр (отделов, научно-технических советов или иных правомочных органов) с рекомендацией статьи к опубликованию с учетом сформированного авторского коллектива. Данные выписки должны быть подписаны руководителем организации, которая заверяется печатью организации.

2. Правила оформления рукописи научной статьи в печатном виде

2.1. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на русском языке**) должна включать в себя следующие составные элементы:

- индекс УДК (универсальная десятичная классификация);
- фамилии, инициалы авторов **на русском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на русском языке** (звания в государственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на русском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на русском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**;
- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;
- ключевые слова **на русском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на русском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- основной текст статьи **на русском языке**;
- библиографический список **на русском языке** (не менее трех источников);
- фамилии, имена, отчества (полностью) авторов **на английском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на английском языке** (звания в государственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на английском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на английском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**;



- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;

- ключевые слова **на английском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на английском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- библиографический список **на английском языке** (не менее трех источников);
- знак охраны авторского права, состоящий из следующих элементов: латинская буква «С» в окружности, фамилии, инициалы авторов на русском языке, год направления статьи в редакцию.

Расположение и оформление вышеперечисленных частей рукописи статьи должно соответствовать образцу оформления научной статьи, который размещен на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>.

2.2. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на английском языке**) должна включать в себя те же составные элементы, которые указаны в п. 2.1. При этом русскоязычное написание заменяется на англоязычное, а англоязычное – на русскоязычное.

2.3. При оформлении рукописи статьи необходимо соблюдать следующие требования:

2.3.1. Текст рукописи статьи набирается на компьютере в текстовом редакторе «Microsoft Word» и распечатывается на принтере на листах бумаги формата А4 с одной стороны. Плотность бумаги 80 г/м². Размеры полей страниц: верхнее 25 мм, нижнее 25 мм, левое 25 мм, правое 25 мм. Страницы должны быть пронумерованы в нижней правой части.

2.3.2. Текст рукописи статьи набирается шрифтом Times New Roman Cyr. Шрифт № 14 с межстрочным интервалом 1,0 (одинарный) используется для набора следующих частей рукописи: индекс УДК, Ф.И.О. авторов, ученые степени и ученые звания авторов, должности авторов, название статьи. Шрифт № 14 с межстрочным интервалом 1,5 (полуторный) используется для набора следующих частей рукописи: основной текст статьи, знак охраны авторского права. Шрифт № 12 с межстрочным интервалом 1,0 (одинарный) используется для набора следующих частей рукописи: наименование организации (места работы авторов), контактная информация (адрес организации и др.), аннотация статьи, ключевые слова, библиографический список.

2.3.3. Буквы русского и греческого алфавитов (в том числе индексы), а также все цифры (в том числе индексы) необходимо набирать прямым шрифтом, а буквы латинского алфавита – курсивом. Аббревиатуры, стандартные функции (Re, sin, cos и т. п.) и символы химических элементов набираются прямым шрифтом.

2.3.4. Текст статьи может включать формулы, которые должны набираться **только с использованием редактора формул «Microsoft Word»**. При этом необходимо использовать редактор формул «MathType 6» или «Microsoft Equation 3.0». При использовании текстового редактора «Microsoft Word, Office-2010» не допускается использование редактора формул, открывающегося по команде «Вставка – Формула» (кнопка « π » на панели быстрого доступа). В данной версии необходимо в меню «Вставка» нажать кнопку «Объект» и в выпадающем меню выбрать тип вставляемого объекта – «Microsoft Equation 3.0». Шрифт формул должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи (см. выше). В статье должен быть необходимый минимум формул, все второстепенные и промежуточные математические преобразования при необходимости могут выноситься в приложение к статье (в качестве поясняющей информации для рецензента).

2.3.5. Текст статьи может включать таблицы, а также графические материалы (рисунки, графики, фотографии и др.). Данные материалы должны иметь сквоз-



ную нумерацию и названия. На все таблицы и графические материалы должны быть сделаны ссылки в тексте статьи. При этом расположение данных объектов должно быть после ссылок на них. Шрифт таблиц должен соответствовать требованиям, предъявляемым к тексту статьи (см. выше). Шрифт надписей внутри рисунков, графиков, фотографий и др. графических материалов Times New Roman Суг, размер № 12, межстрочный интервал 1,0 (одинарный). В случае использования в статье цветных графических материалов (рисунки, графики, фотографии и др.) их необходимо скомпоновать на четном количестве страниц – либо на двух, либо на четырех отдельных страницах (но не более четырех страниц). К данным рисункам должны быть сделаны подписи, а в тексте статьи на них должны быть ссылки. Использование цветных графических материалов должно быть оправданным (в тех случаях, когда их нельзя заменить черно-белым аналогом).

2.3.6. Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 (с учетом вступления в силу последующих версий данного документа). Нумерация литературных источников в списке дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте статьи (в квадратных скобках). В библиографический список включаются только те работы (документы), которые опубликованы в печати на момент представления рукописи статьи в редакцию. Количество литературных источников в списке должно быть не менее 3-х. В качестве цитируемых литературных источников должны использоваться научные статьи, опубликованные за последние 5 лет в российских и зарубежных рецензируемых научных периодических изданиях. Не допускается ссылаться на учебники и учебные пособия, научно-популярную литературу, если они не являются объектом исследования. В англоязычном варианте библиографического списка русскоязычные литературные источники должны быть представлены в транслитерации, на латинице. Кроме того названия статей и названия журналов переводятся на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках). Библиографические описания англоязычных изданий приводятся в оригинальном виде. Для изданий на других языках названия статей и названия журналов должны быть переведены на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках).

2.3.7. Объем рукописи статьи (включая черно-белые и цветные графические материалы), оформленной с учетом вышеперечисленных требований, **не должен превышать**: а) 11 (одиннадцать) страниц при наличии в тексте не менее 3-х графических материалов (рисунков, графиков, фотографий); б) 8 (восемь) страниц во всех остальных случаях.

2.4. Рукопись статьи должна быть тщательно отредактирована и подписана всеми авторами (лично) с обратной стороны последней страницы с указанием даты представления рукописи в редакцию (число.месяц.год).

3. Правила оформления рукописи научной статьи в электронном виде

3.1. В электронном виде необходимо представить файл, подготовленный в редакторе «Microsoft Word» (тип файла «doc» или «docx» или «rtf»). Данный файл должен включать рукопись статьи (подготовленной в соответствии с п. 2) со вставленными в текст графическими материалами (если они имеются). В названии файла должна присутствовать фамилия автора статьи. Файл должен быть записан на компакт-диск (CD-R или CD-RW).

3.2. Каждый отдельный графический материал (рисунок, график, фотография и др.) должен быть записан в виде отдельного файла, при этом названия файлов должны соответствовать нумерации данных материалов (например: «Рис.1»). Все графические материалы должны быть доступны для редактирования, для этого



они должны быть представлены **в исходном формате** (например, для рисунков, созданных в графическом редакторе «CorelDraw», необходимо представление файлов в формате «cdr»). Представление графиков, рисунков и т. п. графических материалов в виде отсканированных изображений **не допускается**. Файлы фотографий должны иметь расширение «jpg». Качество всех графических материалов должно быть высоким (не ниже 300 dpi).

4. Порядок представления в редакцию материалов научной статьи

Подготовленные с учетом всех вышеперечисленных требований материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней) должны быть запечатаны в конверт формата А4, на котором указывается адрес редакции: *Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».* Ответственному секретарю Приволжского научного журнала Хазову П. А.

Конверт с материалами может быть отправлен по почте, с использованием курьерской доставки или доставлен лично автором (доверенным лицом автора). В случае отправки с использованием курьерской доставки, а также в случае личной доставки, конверт необходимо сдавать в канцелярию ННГАСУ (г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65, ННГАСУ, корпус I, 1-й этаж, каб. 127).

5. Порядок рассмотрения редакцией материалов научной статьи и ее рецензирования

5.1. После получения материалов научной статьи ответственный секретарь журнала проводит оценку их достаточности и правильности оформления. В случае отклонений от установленных требований, автору по электронной почте направляется письмо с уведомлением: «Материалы научной статьи не соответствуют требованиям, установленным редакцией журнала».

5.2. Материалы статей, оформленные в соответствии с установленными требованиями, ответственный секретарь регистрирует и направляет для рассмотрения члену редакционной коллегии журнала, который имеет соответствующую специальность (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России). Член редакционной коллегии организует рецензирование (экспертную оценку) рукописи научной статьи в соответствии с порядком, установленным редакцией журнала. С составом редакционной коллегии, в т. ч. с научными специальностями ее членов, а также с «Порядком рецензирования научных статей» можно ознакомиться на интернет-сайте Приволжского научного журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>.

5.3. Если на статью получена положительная рецензия, то она включается в план публикации соответствующего тематического раздела журнала. Автору статьи по почте, а также по электронной почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Включено в план публикации». Сроки и очередность опубликования устанавливаются редакцией с учетом количества статей, находящихся в плане публикации соответствующего тематического раздела журнала. Как правило, дата приема статей для издания очередного номера устанавливается не позднее, чем за 4 (четыре) месяца до месяца выхода (например, для № 1 (март) этот срок должен быть не позднее 01 ноября). При этом дата устанавливается по дате получения редакцией положительной рецензии на статью.

5.4. Если на статью получена рецензия с замечаниями, но рецензент указывает на возможность публикации статьи после доработки, то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «На доработку». Порядок оформления, представления и рассмотрения дорабо-



танных рукописей статей такой же, как для вновь поступающих материалов статей. К доработанной рукописи статьи необходимо приложить документ «Ответы на замечания рецензента», оформленный в печатном виде на листах формата А4, в двух экземплярах. Ответы даются на каждое замечание (по пунктам), внизу ставятся личные подписи всех авторов с указанием даты представления доработанной рукописи в редакцию (число.месяц.год). Подписи авторов должны быть заверены канцелярией или отделом кадров организации, откуда исходит рукопись статьи. Сопроводительные документы к рукописи статьи (по п. 1.3.) переформируются только в том случае, если при доработке изменяется название статьи и (или) изменяется авторский коллектив.

5.5. Если на статью получена отрицательная рецензия (рецензия с замечаниями, без указания на возможность публикации статьи после доработки), то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Не рекомендуется к публикации».

6. Общие требования и условия публикации

6.1. Редакцией не принимаются к рассмотрению: 1) научные статьи, не соответствующие тематическим направлениям журнала, по которым осуществляется рецензирование (экспертная оценка). Данные направления соответствуют научным направлениям членов редакционной коллегии журнала (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России); 2) научные статьи, публиковавшиеся ранее; 3) материалы, не соответствующие установленным редакцией требованиям; 4) рекламные материалы.

6.2. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей статей. Редакция имеет право частично или полностью предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала.

6.3. Авторский коллектив, направляющий научную статью в редакцию журнала, несет ответственность за неправомерное использование объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме, в соответствии с действующим законодательством.

6.4. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – федеральному государственному бюджетному образовательному учреждению высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Перепечатка материалов «Приволжского научного журнала» без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

6.5. Материалы научных статей, направляемые в редакцию журнала, авторам не возвращаются. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

6.6. Оплата за рассмотрение научной статьи редакцией взимается путем оформления автором подписки на журнал (условия – см. п. 1.3.4 выше). Плата с аспирантов за публикацию научных статей не взимается.



ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА ПЕРИОДИЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

«ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

Основан в 2006 году

Периодичность – ежеквартально

Журнал рассчитан на профессорско-преподавательский состав, аспирантов, а также студентов старших курсов вузов, работников научно-исследовательских и проектных институтов, инженерно-технический персонал организаций и предприятий.

Журнал имеет разделы:

- Строительные конструкции, здания и сооружения (2.1.1);
- Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (2.1.3);
- Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (2.1.4);
- Строительные материалы и изделия (2.1.5);
- Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология (2.1.6);
- Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (2.1.10);
- Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (2.1.11);
- Архитектура зданий и сооружений.
Творческие концепции архитектурной деятельности (2.1.12);
- Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (2.1.13).

В ЖУРНАЛЕ ПУБЛИКУЮТСЯ

статьи о результатах научных исследований по группе научных специальностей 2.1 – «Строительство и архитектура». Статьи рецензируются.

Каталожная цена за 6 месяцев – 1000 руб.

Цена отдельного номера – 500 руб.

Подписной индекс по каталогу «Урал-Пресс»: 80382

**Адрес редакции: Россия, 603950, г. Нижний Новгород,
ул. Ильинская, д. 65.**

Тел./факс: (831) 433-04-36, 430-19-36

