

ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2

2021



Год
науки
и технологий

21

ISSN 1995-2511



ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Периодическое научное издание

№ 2

Июнь 2021

Нижний Новгород

ББК 95; я5

П 75

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 2 (58)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2021. 207 с., 18 л. цв. вклеек.

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия 20.12.2006 г. 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
Ответственный секретарь канд. техн. наук, проф. Д. В. МОНИЧ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

чл.-корр. 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 биол. наук, проф. Д. Б. ГЕЛАШВИЛИ; чл.-корр. 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; 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; чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Н. КУПРИЯНОВ; канд. техн. наук, проф. А. А. ЛАПШИН; д-р наук, проф. Ф. НЕСТМАНН; 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; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. И. ТЕЛИЧЕНКО; 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 физ.-мат. наук, проф. Е. В. ЧУПРУНОВ; засл. деят. науки РФ, д-р хим. наук, проф. В. А. ЯБЛОКОВ

Зав. ред.-изд. отделом В. В. Втюрина,
техн. редактор М. А. Косса, компьютерная верстка И. К. Красавина,
переводчик Л. Ю. Воронцов, работа со списками литературы Л. Б. Вержиковская

Подписано в печать 20.06.2021 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 18.1 + вкл. 3.2. Тираж 600 экз. Заказ №

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: md@nngasu.ru (отв. секретарь), red@nngasu.ru (редакция),

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

Цена свободная.

Отпечатано в типографии ООО «Стимул-СТ»
Адрес: Россия, 603155, г. Нижний Новгород, ул. Трудовая, д. 6

ISSN 1995-2511

© ННГАСУ, 2021

ISSN 1995-2511



THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL

Scientific periodical

№ 2

June 2021

Nizhny Novgorod

Scientific periodical. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2021. 207 p., 18 p. of colour illustrations.

Founder & Publisher: The Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU). Registered by the Federal service for the supervision of law observance in the sphere of mass media and preservation of cultural heritage of 20.12.2006. 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 specialities 2.1 – «Construction and architecture».

Editor-in-chief doctor of technical sciences, professor S. V. SOBOL
Executive secretary cand. of tech. sciences, professor D. V. MONICH

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

corresponding member 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 biological sciences, professor D. B. GELASHVILI; corresponding member 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; 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; corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. N. KUPRIANOV; candidate of technical sciences, professor A. A. LAPSHIN; Prof. Dr.-Ing. F. NESTMANN; 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; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. I. TELICHENKO; 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 physical-mathematical sciences, professor E. V. CHUPRUNOV; honoured worker of science of RF, doctor of chemical sciences, professor V. A. YABLOKOV

Head of the editing and publishing department V. V. Vtyurina,
technical editor M. A. Kosse, computer makeup I. K. Krasavina,
translator L. Yu. Vorontsov, literature references L. B. Verzhikovskaya

Signed for publishing on 20.06.2021. Format 70×108/16. Offset paper.
Offset printing. Ref. publ. p. 18.1 + illust. 3.2. Copies 600. Order №

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: md@nngasu.ru (executive secretary), red@nngasu.ru (editors),
web-site: www.pnj.nngasu.ru; пнж.ннгасу.рф
Price is unfixed.

Printed in JSC «Stimul-ST» publishing house
Address: 6, Trudovaya St., 603155, Nizhny Novgorod, Russia.



СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Лапшин А. А., Лампси Б. Б., Лампси Б. Б., Кожанов Д. А. Исследование технического состояния пакгаузов в районе грузового порта «Стрелка» г. Нижнего Новгорода.....	9
Хазов П. А., Лампси Б. Б., Цветкова Т. С., Борискина Е. С. Оценка коэффициентов пульсации ветровой нагрузки на большепролетное покрытие спортивно-зрелищного сооружения.....	16
Дубовцев П. В., Хазов П. А., Мониц Д. В. Оценка возможности использования нормативной документации для определения ветрового давления на поверхность высотного здания путем численного моделирования.....	25
Бобылев В. Н., Ерофеев В. И., Мониц Д. В., Гребнев П. А., Кузьмин Д. С. Способы повышения звукоизоляции бескаркасных сэндвич-панелей.....	32
Дымченко В. В. Исследование влияния геометрических характеристик элементов на звукоизоляцию каркасно-обшивных перегородок в натуральных условиях.....	45
Григорьев Ю. С., Фатеев В. В. Усиление деформирующейся кирпичной облицовки трехслойных стен 16-этажного жилого дома.....	51
Григорьев Ю. С., Фатеев В. В. Моделирование работы свайных фундаментов в лабораторных условиях.....	57
Шеховцов Г. А. О фотографическом способе определения крена дымовой трубы с помощью ноутбука.....	62
Антошкин В. Д., Горина М. В., Матякубов Х. Перспективные конструктивно-технологические решения пространственных структурных покрытий.....	71

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

Куприянов В. Н. Прогнозирование переувлажнения ограждающих конструкций при конденсации в них водяного пара.....	84
Рымаров А. Г., Титков Д. Г. Индивидуализация работы системы отопления в жилых зданиях.....	92
Смыков А. А. Тепловой и температурный режим помещений с системами отопления на основе водяных инфракрасных излучателей.....	98

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО, ГИДРАВЛИКА И ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ

Чуплыгин Г. Н. Эффективность гидротехнических работ для внутреннего водного транспорта.....	107
<u>Гоголев Е. С.</u> , Агеева В. В., Янченко М. А. Проектирование малых ГЭС с роторными ортогональными гидротурбинами.....	111
Мониц Л. В., Хохлов Д. Н., Чечин А. В. Влияние переформирования берегов озерной части Горьковского водохранилища на кадастровую стоимость земельных участков, прилегающих к водоохранной зоне.....	120

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Бояркин Д. В. Проблемы внедрения системы раздельного накопления ТКО на примере Нижегородской области.....	129
---	-----



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

Яковлев А. А., Захарчук А. В. Модель реализации идеи «природности» в архитектурных концепциях.....	138
Агеева Е. Ю., Оскирко А. А. Влияние системы образцовых фасадов XIX века на формирование архитектурного облика ул. Грузинской г. Нижнего Новгорода.....	143
Худин А. А. Барочность и маньеризм в теории постмодернистской архитектуры... ..	150
Теребикина О. В. Архитектура выставочных павильонов в стиле хай-тек	158
Широкова Е. О. Постмодернизм в архитектуре зрелищных зданий в регионах России.....	163
Ещин Д. В. Архитектура деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX – начала XX вв.....	169

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сапрыкина Н. С. Этапы развития архитектуры гаражей в России в первой половине XX века.....	176
Малышева Е. В. Особенности проектирования адаптивных автостоянок.....	182
Гоголева Н. А. Основы композиции в структуре дисциплин изобразительного искусства.....	187

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Монти К М И. Существующие проблемы устойчивого развития г. Дакка (Бангладеш) в аспекте организации озелененных и открытых пространств.....	193
---	-----

ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

Памяти профессора Е. С. Гоголева.....	200
Перечень требований и условий, предоставляемых для публикации в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал».....	201

НА ОБЛОЖКЕ: Мост в г. Самаре, Саратовское водохранилище. Фото О. А. Соболев



CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

- Lapshin A. A., Lampsi B. B., Lampsi B. B., Kozhanov D. A.** Investigation of the technical condition of warehouses in the area of the cargo port "Strelka" of the city of Nizhny Novgorod..... 9
- Khazov P. A., Lampsi B. B., Tsvetkova T. S., Boriskina E. S.** Estimation of wind load pulsation coefficients on the long-span roof of sport entertainment facility 16
- Dubovtsev P. V., Khazov P. A., Monich D. V.** Evaluation of the possibility of using regulatory documentation to determine wind pressure on the surface of a high-rise building by numerical modeling 25
- Bobylyov V. N., Erofeev V. I., Monich D. V., Grebnev P. A., Kuzmin D. S.** Ways to increase sound insulation of frameless sandwich panels..... 32
- Dymchenko V. V.** Research of the influence of geometric characteristics of elements on sound insulation of frame partitions in natural conditions..... 45
- Grigorev Yu. S., Fateev V. V.** Strengthening the deformable brick facing of the three-layer walls of a 16-storey residential building..... 51
- Grigorev Yu. S., Fateev V. V.** Modeling the work of pile foundations in the laboratory 57
- Shekhovtsov G. A.** About a photographic method of determination of chimney roll using a laptop..... 62
- Antoshkin V. D., Gorina M. V., Matyakubov H.** Advanced design and technological solutions for spatial structural coating..... 71

HEAT SUPPLY, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING

- Kupriyanov V. N.** Prediction of the overwetting of enclosing structures during water steam condensation in them..... 84
- Rymarov A. G., Titkov D. G.** Individualization of the heating system in residential buildings..... 92
- Smykov A. A.** Thermal and temperature regime of rooms with heating systems based on water infrared radiators..... 98

HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION, HYDRAULICS AND ENGINEERING HYDROLOGY

- Chuplygin G. N.** Efficiency of hydrotechnical works for inland waterway transport..... 107
- Gogolev E. S., Ageeva V. V., Yanchenko M. A.** Design of small hydro power plants with rotary orthogonal hydro turbines..... 111
- Monich L. V., Khokhlov D. N., Chechin A. V.** Forecast of the lake-part of the Gorky reservoir coasts reformation and its effect on the cadastre price of land plots adjoined to the water protection zone..... 120

ECOLOGICAL SAFETY OF CONSTRUCTION AND CITY ECONOMY

- Boyarkin D. V.** The problems of implementation of waste separate accumulation system on the example of the Nizhny Novgorod region..... 129

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

- Yakovlev A. A., Zakharchuk A. V.** The model for implementation of the idea of "naturalness" in architectural concepts..... 138



Ageeva E. Yu., Oskirko A. A. The influence of the system of model facades of the XIX century on the formation of the architectural look of Gruzinskaya street of Nizhny Novgorod.....	143
Khudin A. A. Baroque and mannerism in the theory of post-modern architecture.....	150
Terebikina O. V. Architecture of exhibition pavilions in hi-tech style.....	158
Shirokova E. O. Post-modernism in the architecture of entertainment buildings in the regions of Russia.....	163
Eschin D. V. Architecture of wooden residential buildings in Penza of late XIX – early XX century.....	169

ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY

Saprykina N. S. Stages of development of garage architecture in Russia in the first half of the XX century.....	176
Malysheva E. V. Specific features of designing adaptive parking spaces.....	182
Gogleva N. A. Fundamentals of composition in the structure of the fine arts disciplines.....	187

TOWN-PLANNING, PLANNING RURAL BUILT-UP AREAS

Monty K M I. The present difficulties of Dhaka (Bangladesh) in the field of sustainable urban development with greenery and open space.....	193
--	-----

INFORMATION SECTION

In memory of professor E. S. Gogolev.....	200
List of requirements for publication in the scientific periodical “Privolzhsky Scientific Journal”	201

COVER PAGE: Bridge in Samara, the Saratov reservoir. Photo by O. A. Sobol

УДК 624.042.41(470.341-25)

А. А. ЛАПШИН, канд. техн. наук, проф. кафедры строительных конструкций, ректор; **Б. Б. ЛАМПСИ**, канд. техн. наук, доц., декан инженерно-строительного факультета, зав. кафедрой теории сооружений и технической механики; **Б. Б. ЛАМПСИ**, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; **Д. А. КОЖАНОВ**, канд. физ.-мат. наук, декан общетехнического факультета, доц. кафедры теории сооружений и технической механики

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАКГАУЗОВ В РАЙОНЕ ГРУЗОВОГО ПОРТА «СТРЕЛКА» Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 280-84-01,
эл. почта: srec@nngasu.ru

Ключевые слова: пакгаузы, нагрузки, прочность, жесткость, расчетная модель, стальной каркас.

Приводятся результаты инженерных обследований зданий пакгаузов, расположенных на набережной р. Оки в районе грузового порта «Стрелка» в г. Н. Новгороде. Основной целью обследования является определение параметров состояния конструкции стальных каркасов. Обследование состояло из оценки конструкции и конструктивной схемы зданий, обмерных работ и численного моделирования с учетом реальных нагрузок. По результатам обследований установлено, что каркасы пакгаузов находятся в технически удовлетворительном состоянии, способном нести существующие нагрузки и эксплуатироваться в существующем состоянии после проведения ряда реставрационно-восстановительных работ.

Введение

Металлические конструкции, находящиеся в пакгаузах на территории бывшего грузового порта на Нижегородской стрелке, являются уникальным памятником Российской инженерной мысли. Металлические конструкции связаны с двумя Всероссийскими выставками: XV Всероссийской промышленно-художественной выставкой 1882 года в Москве и XVI Всероссийской промышленной и художественной выставкой 1896 года в Нижнем Новгороде.

В городе Нижний Новгород конструкции использовались повторно, однако, более чем столетняя их история на данном месте неразрывно связана с инженерной историей города в XX веке.

Объектом инженерного обследования в данной работе являются два здания пакгаузов [1, 2], расположенные на набережной р. Оки в районе грузового порта «Стрелка» в г. Н. Новгороде. Основной целью обследования является определение параметров конструкции стальных каркасов (рис. 1, 2 цв. вклейки).

Методически обследование состояло из визуальной оценки конструкций и конструктивной схемы зданий, обмерных работ. На рис. 1 представлена схема расположения основных несущих конструкций пакгаузов. На рис. 2 представлен стальной каркас в сечении 1-1 (рис. 1).

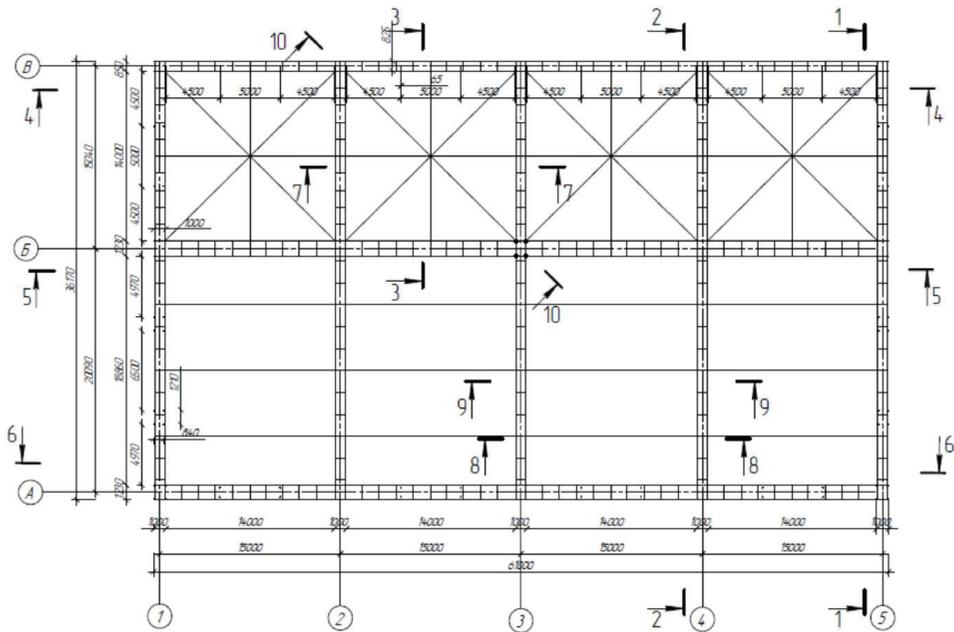


Рис. 1. Схема расположения основных несущих конструкций пакгаузов

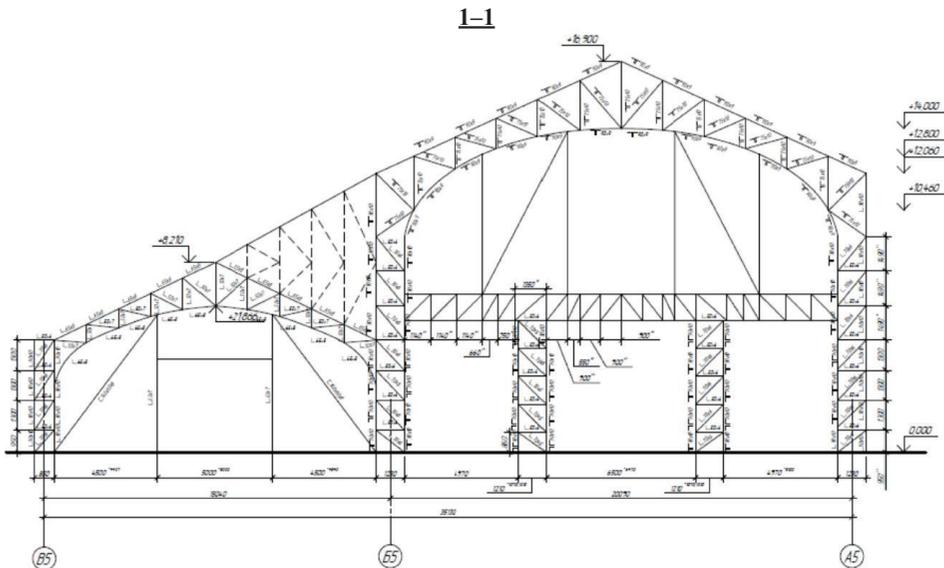


Рис. 2. Стальные конструкции пакгаузов

Основой для выполнения поверочных расчетов несущих металлоконструкций пакгауза явились обмерные чертежи, фиксирующие генеральные размеры всего сооружения (длины, высоты, размеры пролетов), а также сечения всех конструктивных элементов. Анализ принятых в сооружении конструктивных решений, способов соединений элементов (стержней) в узлах, включая и опорные соеди-

нения колонн (стоек) с фундаментами, позволил наиболее точно и обоснованно приблизить расчетную схему пакагуза к ее фактическому конструктивному исполнению.

В качестве расчетной схемы принята пространственная модель, представленная на рис. 3, полностью повторяющая геометрию исследуемого сооружения на момент проведения натурной съемки.

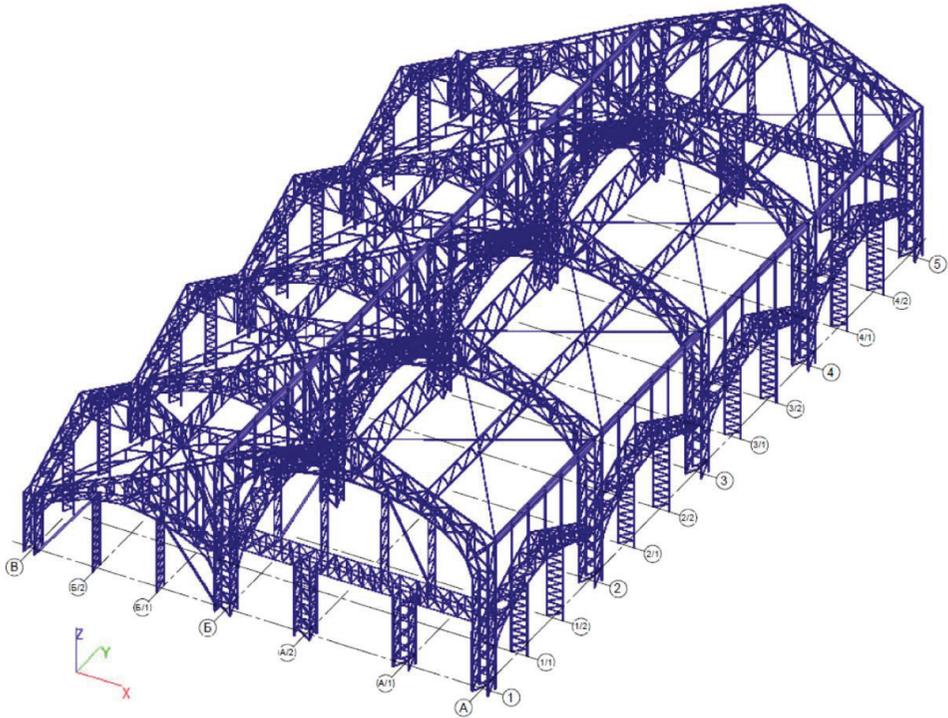


Рис. 3. Пространственная модель пакагуза

В расчетной модели приняты следующие типы сопряжений элементов:

- все поясные уголки стоек, верхних и нижних поясов арок – неразрезные с жестким сопряжением друг с другом в узлах;
- все стержни решеток колонн и арочных ферм крепятся к поясным элементам примыкающими шарнирами;
- поясные уголки колонн шарнирно закреплены в фундаментах;
- все связевые элементы, установленные как по покрытию, так и по колоннам, прикрепляются к несущим конструкциям сооружения примыкающими шарнирами.

Жесткостные параметры всех элементов расчетной модели приняты в полном соответствии с замеренными сечениями стержней. Все нагрузки и воздействия определялись в полном соответствии со сводом правил СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85) [3]. Постоянные нагрузки от собственного веса стальных конструкций учтены автоматически примененным расчетным комплексом *SCAD Office 21.1* при задании сечений всех конструктивных элементов.

Постоянная нагрузка от веса ограждающих конструкций кровли принята на

**К СТАТЬЕ А. А. ЛАПШИНА, Б. Б. ЛАМПСИ, Б. Б. ЛАМПСИ,
Д. А. КОЖАНОВА «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ПАКГАУЗОВ В РАЙОНЕ ГРУЗОВОГО ПОРТА
«СТРЕЛКА» Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА»**



Рис. 1. Общий вид стальных конструкций пакгаузов



Рис. 2. Общий вид конструкций пакгауза от оси А/5 на ось В/3 (согласно схеме на рис. 1)

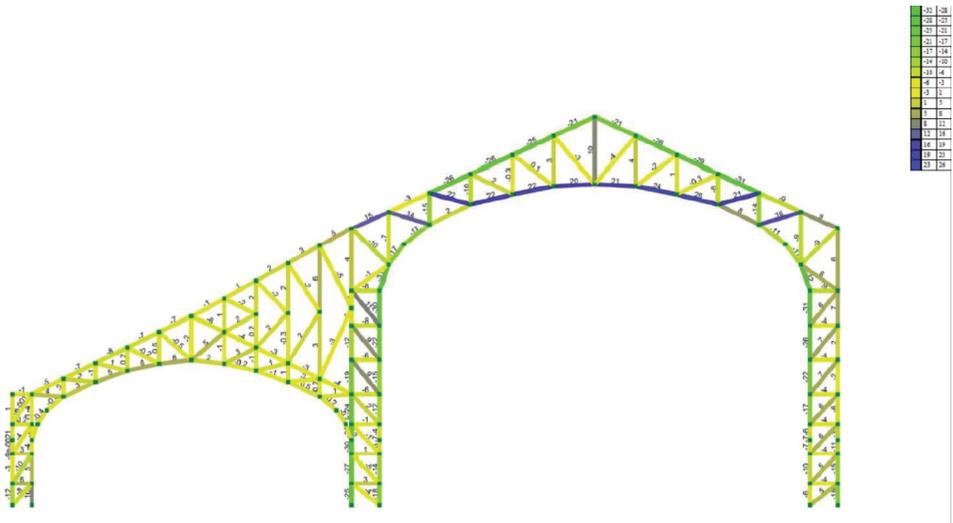


Рис. 3. Усилия в расчетной схеме от наиболее неблагоприятной комбинации нагрузений

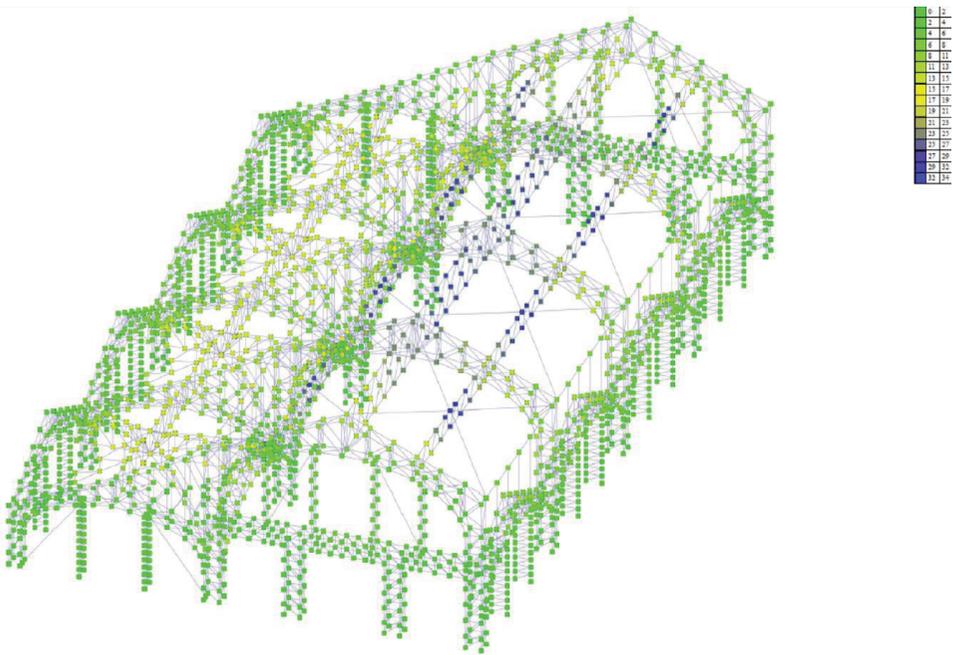


Рис. 4. Суммарные перемещения от наиболее неблагоприятной комбинации нагрузений

основании замеров слоев ее фактического состава:

- прогоны из деревянного бруса прямоугольного сечения 200×150 мм с шагом от 1,0 до 1,2 м;

- сплошной настил из досок толщиной 25 мм;

- листы кровельного железа в качестве ограждающего кровельного покрытия.

Нагрузка от кровельного покрытия прикладывалась к расчетной модели в виде сосредоточенных сил в местах опирания деревянных прогонов на стальные несущие конструкции пакагуза.

Расчетное значение снеговой нагрузки в соответствии с СП принято как для IV снегового района 240 кг/м^2 , при этом никаких снижений снеговой нагрузки за счет возможных ее сдуваний ветром (это предусмотрено СП) не учитывалось [4, 5]. Приложение к расчетной схеме снеговой нагрузки принято аналогичным описанному приложению нагрузки от веса кровельного покрытия [6, 7].

Ветровая нагрузка определена как сумма статической и пульсационной составляющих для I ветрового района с нормативным значением ветрового давления 23 кг/м^2 при двух вариантах ее приложения:

- распределенная нагрузка, действующая на основные колонны с продольной стороны здания (напор – отсос);

- распределенная нагрузка, действующая на основные колонны каркаса и связевые элементы с торца здания (напор – отсос).

При определении численных значений ветровой нагрузки (статических и пульсационных составляющих) учтены нормируемые СП аэродинамические коэффициенты и изменения ветрового давления по высоте.

Статический расчет

Статический расчет пространственной стержневой модели выполнен в программном комплексе *SCAD Office 21.1* на каждый вид перечисленных выше нагрузок и их расчетную комбинацию, дающую наибольшие значения усилий в элементах. Учитывая, что оценку несущей способности в соответствии с СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции» (актуализированная редакция СНиП II-23-81*) следует выполнять по двум предельным состояниям, для оценки деформативности системы (перемещений, прогибов) расчет дополнительно выполнялся на нормативные значения нагрузок.

По результатам расчета получены:

- расчетные значения усилий во всех элементах расчетной схемы (рис. 3 цв. вклейки);

- перемещения (рис. 4 цв. вклейки) всех узлов расчетной модели по трем направлениям X , Y , Z (см. рис. 3 – пространственная расчетная схема пакагуза) от нагружения нормативными нагрузками (для снеговой нагрузки учтена длительная ее составляющая, равная половине расчетного значения, т. е. $0,5 \times 240 = 120 \text{ кг/м}^2$).

Результаты расчета показали, что значения изгибающих моментов в стержнях расчетной модели [8] очень малы, а для большинства стержней близки к нулю. Это вполне объяснимо, так как вся конструкция (колонны, арки, связи) решены по типу плоских или пространственных ферм, в которых, как известно, при узловой передаче нагрузки или нагрузки близкой к узловой в стержнях возникают только продольные усилия растяжения или сжатия, а появление изгибающих моментов в стержнях может явиться только следствием общего изгиба всей системы.

При небольших пролетах и значительной пространственной жесткости каркаса, а именно такую конструктивную модель мы имеем в действительности, моменты от общего изгиба в отдельных стержнях малы и для оценки прочности и



устойчивости элементов ими можно пренебречь.

Оценка второго предельного состояния (прогибы, перемещения)

Результаты статических расчетов пространственной расчетной модели на действие комбинации нормативных нагрузок убедительно доказывают полную обеспеченность пространственной устойчивости [9] и жесткости всего каркаса в целом и отдельных конструктивных элементов. Величины максимальных перемещений узлов арочных ферм [10] в вертикальной плоскости составляют $1/350$ – $1/400$ длины пролета или в абсолютных величинах 2–2,5 см, что существенно меньше допустимой величины прогиба в 5,5–6,0 см, нормируемой СП. Горизонтальные перемещения как в плоскости поперечных рам, так и в продольном направлении (в направлении оси Y) – из плоскости рам, также существенно меньше значений, ограничиваемых действующим на момент обследования конструкций сводом правил.

Выводы

По результатам обследований установлено, что каркасы пакгаузов находятся в технически удовлетворительном состоянии, способном нести существующие нагрузки.

По результатам выполненных проверочных статических и конструктивных расчетов с учетом натурных обследований несущих металлических конструкций пакгаузов, можно сделать следующие выводы:

1. Основой пакгаузов являются сборные металлические конструкции.
2. Все металлоконструкции пакгаузов находятся в работоспособном состоянии.
3. Проверочные расчеты элементов, выполненные с учетом существующих на момент обследования нагрузок, показали, что их несущая способность (прочность, устойчивость) обеспечена при условии, что расчетное сопротивление стали по пределу текучести будет не ниже 20 кН/см^2 .
4. Перемещения узлов каркаса по всем направлениям, вычисленные от нормативных значений комбинаций нагрузок, не выходят за пределы максимальных значений, ограниченных соответствующими сводами правил.

Конструкции пакгаузов способны эксплуатироваться в существующем состоянии после проведения ряда реставрационно-восстановительных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новые формы легких металлических конструкций : коллективная монография / ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко ; Корпорация Монтажспецстрой ; Стальстрой. – Москва : ИНПА, 1993. – Текст : непосредственный.
2. Металлические конструкции. В 3 томах. Том 2. Конструкции зданий : учебник для строительных вузов / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов, Г. И. Белый [и др.] ; под редакцией В. В. Горева. – Москва : Высшая школа, 1999. – 528 с. – Текст : непосредственный.
3. СП 20.13330 – 2016. Нагрузки и воздействия : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 года № 891/пр : актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* : дата введения 2017-07-04 : [редакция от 28 января 2019 года]. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=21021#09701867732771918> (дата обращения : 15.03.2021). – Режим доступа : Консультант-Плюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.
4. ГОСТ Р 56728-2015. Здания и сооружения. Методика определения ветровых нагрузок на ограждающие конструкции : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2015 года № 1892-ст : введен впервые : дата введения 2016-05-01. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 12 с. – Текст : непосредственный.
5. ТКП EN 1991-1-4-2009. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие



воздействия. Ветровые воздействия. – URL: <http://docserv.ercatec.net/asoka/d/enru/OGM5M2M0Njd8TVJPTi9HTExB/%D0%A2%D0%9A%D0%9F+%D0%95%D0%9D+1991-1-4-2009+%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%8F+%D0%BD%D0%B0+%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8.+%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C+1-4.+%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B8%D0%B5+%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%8F.+%D0%92%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5+%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%8F.pdf> (дата обращения : 15.04.2021). – Текст : электронный.

6. Основы проектирования и расчета стальных конструкций большепролетных зданий : учебное пособие / А. А. Лапшин, А. И. Колесов [и др.] ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2016. – 132 с. : ил. – ISBN 978-5-528-00099-2. – Текст : непосредственный.

7. Основные вопросы эксплуатации, обследований и проектирования реконструкции стальных конструкций зданий и сооружений : учебное пособие / А. А. Лапшин, А. И. Колесов [и др.] ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2016. – 103 с. : ил. – ISBN 978-5-528-00120-3. – Текст : непосредственный.

8. Опытные исследования стальных ферм из тонкостенных холодногнутых профилей на самонарезающих винтах / А. И. Колесов, А. А. Лапшин, И. А. Ямбаев, Д. А. Морозов. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород. – 2013. – № 4 (28). – С. 15–19.

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

10. Аналитические и численные исследования прочности фермы / О. Васина, С. Ю. Лихачева, Д. А. Кожанов. – Текст : непосредственный // Труды научной конференции 17-го Российского архитектурно-строительного форума : доклады секций семинара / ответственный редактор А. А. Лапшин ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2019. – С. 35–37.

LAPSHIN Andrey Aleksandrovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of building structures, rector; LAMPSI Boris Borisovich, candidate of technical sciences, associate professor, dean of the engineering-construction department, holder of the chair of theory of structures and technical mechanics; LAMPSI Boris Borisovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; KOZHANOV Dmitry Aleksandrovich, candidate of physical and mathematical sciences, dean of the general technical department, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics

INVESTIGATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF WAREHOUSES IN THE AREA OF THE CARGO PORT "STRELKA" OF THE CITY OF NIZHNY NOVGOROD

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 280-84-01;
e-mail: srec@nngasu.ru

Key words: warehouses, loads, strength, rigidity, design model, steel frame.



The article presents engineering surveys of warehouse buildings located on the embankment of the Oka river in the area of the cargo port "Strelka" in the city of Nizhny Novgorod. The main purpose of the survey is to determine the state of the steel frame structures. The survey consisted of the assessment of the structures and structural scheme of the buildings, measurements and numerical modeling taking into account real loads. According to the results of the surveys, it was found that the frames of the warehouses are in a technically satisfactory condition, capable of carrying the existing loads and being operated in the existing state after a number of restoration works.

REFERENCES

1. Novye formy lyogkikh metallicheskih konstruksiy [New forms of lightweight metal structures]: kollektivnaya monografiya / TsNIISK im. V. A. Kucherenko; Korporatsiya Montazhspeystroy; Stalstroy, Moscow: INPA, 1993.
2. Gorev V. V., Uvarov B. Yu., Filippov V. V., Bely G. I., et al. Metallicheskie konstruksii. V 3 t. T. 2. Konstruksii zdaniy [Metal constructions. In 3 volumes, Volume 2. Building structures]: Ucheb. dlya stroit. vuzov. Pod red. V. V. Goreva. – Moscow: Vysshaya shkola, 1999, 528 p.
3. SP 20.13330.2016 Nagruzki i vozdeystviya [Loads and effects]: svod pravil : izd. ofitsial. : utverzhd. i vved. v deystvie prikazom Min-va stroit-va i zhilish.-communal. khozyaystva RF ot 3 dekabrya 2016 goda № 891/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.1.07-85*: data vved. 2017-07-04 : redaktsiya ot 28 yanvary 2019 goda. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=21021#09701867732771918> (data obrascheniya : 15.03.2021). – Rezhim dostupa : Konsultant-Plyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.
4. GOST R 56728-2015 Zdaniya i sooruzheniya. Metodika opredeleniya vetrovykh nagruzok na ograzhdayuschie konstruksii [Buildings and structures. Method of determining wind loads on enclosing structures] : nats. standart Ros. Fed. : utverzhd. i vved. v deystvie prikazom Fed. agentstva po tekhnich. regulir. i metrologii ot 19 noyabrya 2015 goda № 1892-st : vved. v pervye : data vved. 2016-05-01. Moscow, Standartinform, 2016, 12 p.
5. TKP EN 1991-1-4-2009 Evrokod 1. Vozdeystviya na konstruksii. Chast 1-4. Obschie vozdeystviya. Vetrovye vozdeystviya [Eurocode 1. Effects on constructions. Parts 1-4. General effects. Wind effects]. – URL: <http://docserv.ercatec.net/asoka/d/enru/OGM5M2M0Njd8TVJP Ti9HTExB/%D0%A2%D0%9A%D0%9F+%D0%95%D0%9D+1991-1-4-2009+%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%8F+%D0%BD%D0%B0+%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8.+%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C+1-4.+%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B8%D0%B5+%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%8F.+%D0%92%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5+%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%8F.pdf> (data obrascheniya : 15.04.2021).
6. Kolesov A. I., Lapshin A. A., et al. Osnovy proektirovaniya i raschyota stalnykh konstruksiy bolsheprolyotnykh zdaniy [Fundamentals of design and calculation of steel structures of large-span buildings]. Uchebnoe posobie. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t, Nizhny Novgorod, NNGASU, 2016, 132 p.: il. – ISBN 978-5-528-00099-2.
7. Kolesov A. I., Lapshin A. A., et al. Osnovnye voprosy ekspluatatsii, obsledovaniy i proektirovaniya rekonstruksii stalnykh konstruksiy zdaniy i sooruzheniy [The main issues of operation, inspection and design of reconstruction of steel structures of buildings and structures]. Uchebnoe posobie. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t, Nizhny Novgorod, NNGASU, 2016, 103 p.: il. – ISBN 978-5-528-00120-3.
8. Kolesov A. I., Lapshin A. A., Yambaev I. A., Morozov D. A. Opytnye issledovaniya stalnykh ferm iz tonkostennykh kholodnognutnykh profiley na samonarezayuschikh vintakh [Experimental studies of thin-walled steel trusses of cold-formed profiles on self-tapping screws]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-



stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2013. № 4 (28). P. 15–19.

9. Likhachyova S. Yu., Kozhanov D. A., et al. Ustoychivost tsentralno-szhatykh pryamolineynykh uprugikh sterzhney peremennogo secheniya [Stability of centrally compressed rectilinear elastic rods of variable cross-section]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2020. № 2 (54). P. 15–23.

10. Vasina O., Likhachyova S. Yu., Kozhanov D. A. Analiticheskie i chislennye issledovaniya prochnosti fermy [Analytical and numerical studies of the strength of the farm]. Trudy nauchnoy konferentsii 17-go Rossiyskogo arkhitektur.-stroit. foruma [Proceedings of the scientific conference of the 17th Russian architectural and construction forum] : doklady sektsiy seminarov / otv. red. A.A. Lapshin. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. 2019. P. 35–37.

©А. А. Лапшин, Б. Б. Лампси, Б. Б. Лампси, Д. А. Кожанов, 2021

Получено: 10.04.2021 г.

УДК 624.042.41:725.85

KHAZOV Pavel Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; LAMPSI Boris Borisovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; TSVETKOVA Tatyana Sergeevna, student; BORISKINA Ekaterina Sergeevna, student

ESTIMATION OF WIND LOAD PULSATION COEFFICIENTS ON THE LONG-SPAN ROOF OF SPORT ENTERTAINMENT FACILITY

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

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

e-mail: khazov.nngasu@mail.ru, tatiana-pronkina@mail.ru, catherineboriskina@yandex.ru

Key words: wind load, fluctuations, pulsation coefficient, wind flows, aerodynamic coefficient.

The article presents the domestic and foreign research experience of aerodynamic loads affecting buildings and structures, as well as fluctuations of their load-bearing structures. The analysis of the pulsation component of the wind load on the curved roof in various frequency ranges is performed. It is shown that conducting preliminary estimation calculations on the early iterations, the wind load pulsation component could be accepted to be equal the static one subject to compulsory clarification in final design.

There is a lot of domestic [1–5] as well as foreign [6–19] scientific works devoted to wind loads. Especial attention in researching of buildings fluctuations is paid in Asian regions due to their placement in very hard climate and seismic conditions [13, 15, 18, 19].

When designing a building of complicated geometric shape, it is important to understand the aerodynamic nature of wind pressure. Wind flows drastically change their direction when they come into contact with buildings surface. Such behavior of flows leads to occurrence of swirls, local breakaway (the wind loading suction effect) and other phenomena. Thus, in [19] the influence of unsteady aerodynamic forces that appears in long-span curved roof under wind loads is considered. The flow fields around vibrating surface and the influence of roof vibrations on the wind pressure were investigated. Moreover, the author of the paper, Wei Ding, is considering characteristics



of unsteady aerodynamic forces in a wider range of reduced frequency of vibration. The major part of this work is devoted to comparison of methods for analyzing the behavior of a long-span roof under the wind pressure. For these purposes large eddy simulation (LES) using a 'STAR-CD' software and wind tunnel experiments are carried out. In a result the distributions of the mean wind pressure coefficient and fluctuating wind pressure coefficient along the center line of the vibrating roof is compared with those obtained from the wind tunnel experiment. According to the author, as the rise/span ratio increases, the vortex at the rearward of roof becomes larger.

The issue of research on the aerodynamic properties of roofs is rather popular among engineers. It is revealed in detail by Yuki Takadate [18] having studied, in addition to testing curved surfaces, the effect of aerodynamic forces (steady and unsteady) on flat and suspended roof types. This research gives a full representation about the aerodynamic stiffness and damping and the influence of vibration frequencies on distribution of pressure and unsteady aerodynamic forces. On the basis of the obtained results, the stability of roofs is discussed.

From the point of view of ensuring strength and stability under the influence of wind loads on the structures of buildings, designers and engineers largely turn to the experience of aerodynamic studies of long-span bridges. Currently, on such bridges special monitoring systems that let to identify wind dynamic pressure by response data are installed. These systems are good because they contribute to estimate of frequency characteristics of structure [11] and analyze the buffering theory in finite element models [10].

It is the study of the behavior of bridge structures that is at the origin of the use of long-span systems, which dates back to ancient times. Then only bridges for overcoming large crossings were structures with a large span. Over time, the needs of people grew and began to appear spectacular structures that require the use of the same structures: stadiums, arenas, concert halls. The use of large-span structures is not limited to this. They began to be used in industry (hangars), science and art (exhibition halls) and in everyday life (markets).

The construction of unique buildings and structures is now becoming increasingly popular, since the construction of such objects is an indicator of the level of development of construction in a particular region. At the same time, special attention is paid to the construction of multifunctional long-span structures with the use of various structural systems. It allows to cover large distances without the use of intermediate supports and other secondary structures. In the widest way to use such structures is construction of sport entertainment facilities. Structures can be performed as spatial lattice systems, shells, structural plates that allow to make complicated architectural shapes conferring the expressiveness of external appearance of structures.

The most important condition for the use of such systems is accurate structural calculation. Methodology of this calculation is not given in any standard documentation, consequently it is based on the adaptation of current codes and standards according to specific features of a particular structure. Wind pressure, in particular, the pulsation component is the most complicated part for engineering analyses, since it is the wind load that determines the nature of the vibrations, while having a complex mechanical nature.

The object of this article is the roof of a multifunctional ice arena under design in Nizhniy Novgorod which is represented as curved spatial structure, consisted of rods of tube profile and connectors (Fig. 1).

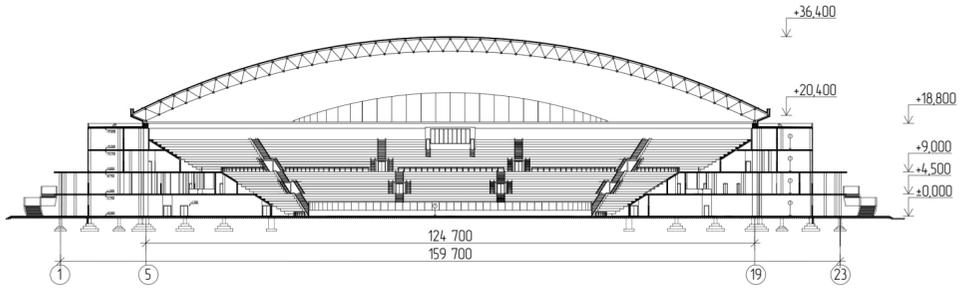
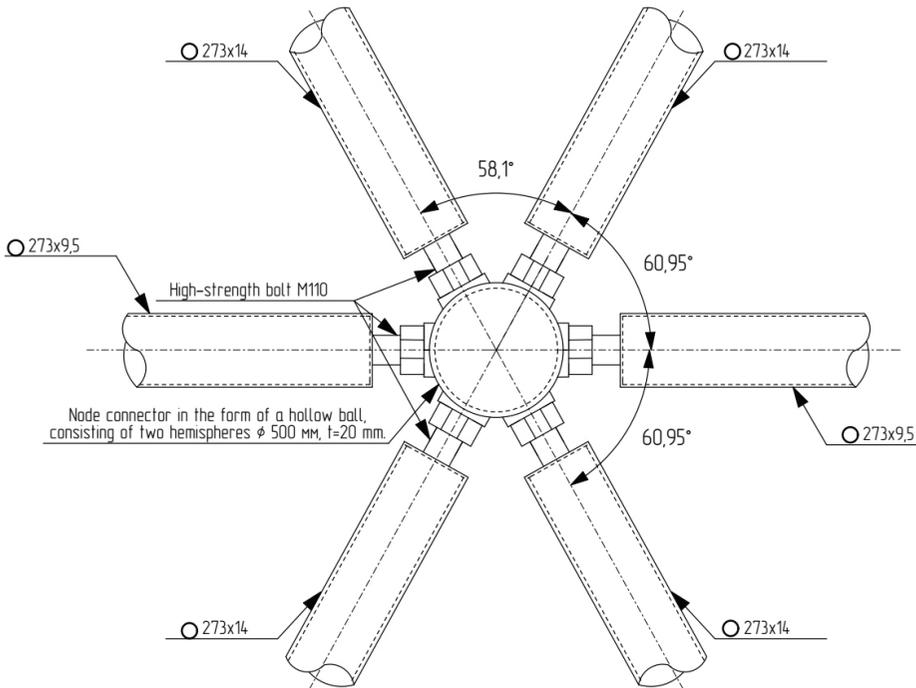
*a**b*

Fig. 1. Structural arrangement of the two-chord mesh shell: *a* – Cross-section of investigated spatial structure; *b* – Load-bearing element interface node

It is worth noting that aerodynamic coefficients for this curved surface were calculated according to claim 2.3 [20] as their correct calculation by the methodology given in [21] is not possible.

The purpose of this article is a dynamic analysis of the given shell for two variants of wind flow directions (the masses determined from constant load and permanently acting load). To solve the problem, the spatial finite element model of long-span covering was created. The general view of the scheme is represented in Fig. 2, the scheme of the shell with n concentrated masses is in Fig. 3.

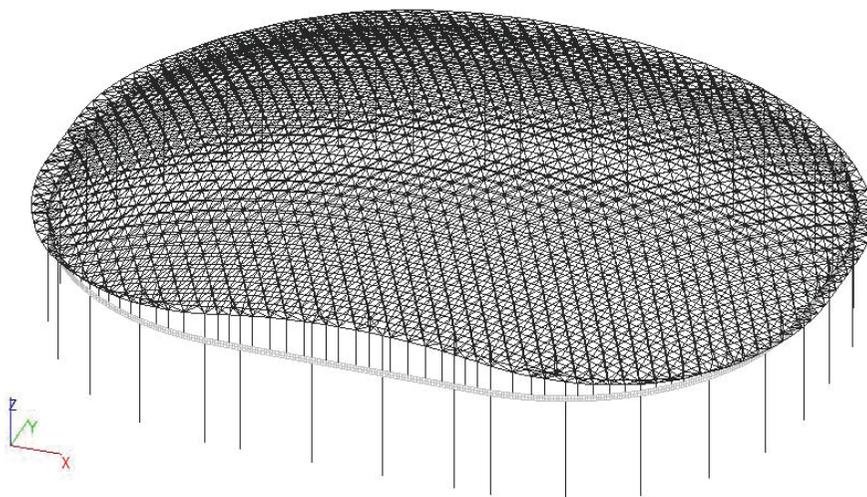
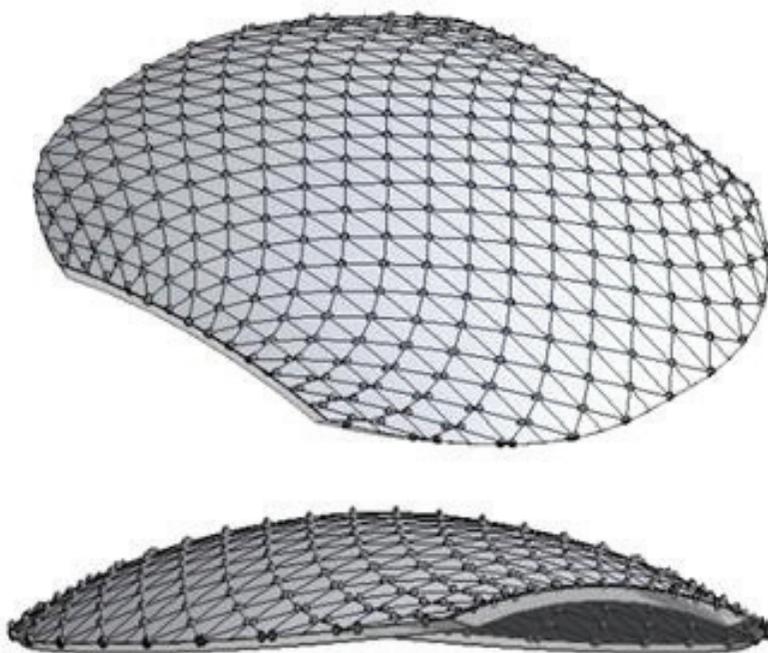


Fig. 2. The general view of the spatial finite element calculation scheme for two-chord lattice shell



a

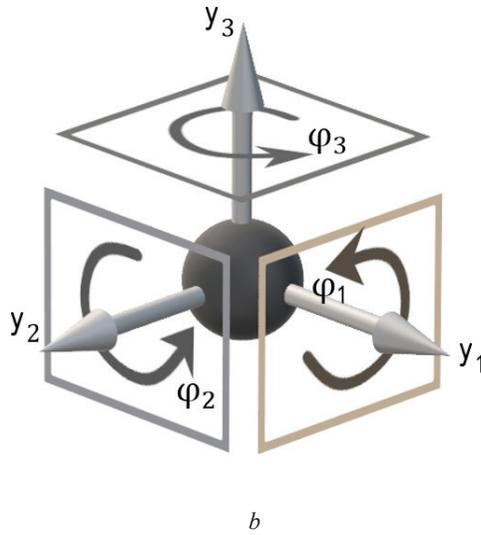


Fig. 3. The scheme of the shell with n concentrated masses: a – The general view of the shell (support bracings are conditionally hidden); b – The concentrated mass with indication of degrees of freedom (y_i – rectilinear freedom degrees, φ_i – angular freedom degrees)

In order to obtain reliable and accurate results the dynamic calculation was performed in the SCAD software and computing complex. The calculation of dynamic characteristics was held for two mutually perpendicular directions of the wind load action (Fig. 4).

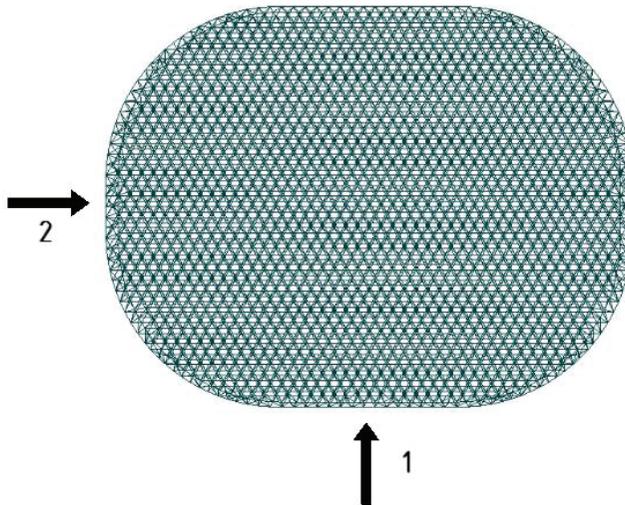


Fig. 4. Directions of wind accepted for calculations

According to the code [21], the value of the wind load is defined as the sum of static and pulsation components (the method for determining the wind load components is described in [21]). However, due to the unique geometric characteristics of the shell



under study, the regulatory documentation does not provide an accurate method for determining the pulsation component of the wind load, which must be considered when designing.

The value of wind load pulsation component in accordance with the claim 11.1.8 [21] is determined as follows:

$$w_g = w_m \cdot \xi(z_e) \cdot v,$$

where w_m – the average component of the wind load, determined in accordance with clause 11.1.3 [21];

$\xi(z_e)$ – the coefficient of wind pressure pulsation, determined by the formula 11.6 [1] at the values of the equivalent height $10 \leq z_e \leq 300$ m:

$\xi(z_e) = \xi_{10} \cdot (z_e/10)^{-\alpha}$, where the values ξ_{10} and α are taken according to Table 11.3 [21];

v – coefficient of spatial correlation of wind pressure pulsations.

To determine the dynamic characteristics of the system under study, the results of static and dynamic calculations in the SCAD were used. The results of the calculations are shown in Table.

Result calculation of the system in the SCAD Office

Wind flows directions	Form of vibration	ω_1 , rad/sec	f_1 , sec-1	T_1 , sec	δ	$\xi(z_e)$
№ 1		2,429	0,387	2,587	0,22	0,99
		9,072	1,444	0,693		0,74
		12,357	1,967	0,508		0,75
		16,975	2,707	0,37		0,78
№ 2		2,004	0,319	3,135	0,22	0,82
		2,429	0,387	2,587		0,99
		9,399	1,496	0,668		0,66
		12,18	1,938	0,516		0,67

Legend:

ω_1 – wave circular frequency of system;

f_1 – technical vibrational frequency of system;

T_1 – pitch of systems vibrations;

— - the equilibrium position of the system;

— - amplitude position of the system.

Based on the result presented in Table 1, the pulsation coefficient varies in the range (0,66-0,99). Consequently, the wind load pulsation component does not exceed the static one over the entire spectrum of the shell's self-vibrations frequencies. It is confirmed by a number of several other researches [22, 23 ect.]. Thus, it can be concluded that for conducting preliminary estimation calculations intended for initial assignment of stiffness and determination of the stresses in the elements at early iterations it is possible to use pulsation coefficient $\xi(z_e) = 1$.

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]. Moscow: Nauka, 1987, 352 p.
2. Dashevsky M. A., Mondrus V. L., Shutovsky S. N. Opredelenie chastot sobstvennykh kolebaniy mnogoetazhnykh zdaniy periodicheskoy struktury [Determination of natural vibration frequencies of multistory buildings of a periodic structure]. Vestnik MGSU, 2012, № 2. P. 35–40.
3. Volfson B.P. O sobstvennykh kolebaniyakh odnomernoy periodicheskoy sistemy [About natural oscillations of a one-dimensional periodic system]. Issledovaniya po teorii sooruzheniy [Research on the theory of structures]: sbornik, pod red. B. G. Korneva, I. M. Rabinovicha, A. F. Smirnova. Moscow, 1969, № 17. P. 87–92.
4. Darkov A. V., Shaposhnikov N. N. Stroitel'naya mekhanika [Structural mechanics]. Moscow: Vysshaya shkola, 1986, 608 p.
5. Khazov P. A., Molodushnaya N. I., Lampsi B. B. (Jr.), Schyolokova Yu. D., Anuschenko A.M. Sravnenie dinamicheskikh raschyotnykh modeley pri opredelenii chastot i form sobstvennykh kolebaniy bolsheprolyotnoy stalnoy fermy pokrytiya zdaniya velodroma [Comparison of dynamic computational models in determining frequencies and forms of natural vibration of the large-span steel truss of the velodrome building roofing]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019. – № 2. – P. 16–24.
6. ASCE Standard № 7-05: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures – American Society of Civil Engineers: Reston, Virginia, 2019, 2010, 650 p.
7. Coulbourne W. L., Stafford T. E. Wind Loads Guide to the Wind Load Provisions of ASCE 7-16 /– ASCE Press, 2020, 180 p.
8. Szaniec W., Zielinska K. Harmonic analysis of bar domes subjected to wind loads / International journal for computational civil and structural engineering / Publishing House ASV, LTD – Moscow, 2014. – V. 10. № 4. – P. 130–134.
9. Lazzari M., Vitaliani R. V., Majowiecki M., Saetta A. V. Dynamic behavior of a tensegrity system subjected to follower wind loading / Computers & Structures / Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 2003. – V. 81. № 22–23. – P. 2199–2217.
10. Castellon D. F., Fenerci A., Øiseth O. A comparative study of wind-induced dynamic response models of long-span bridges using artificial neural networks, support vector regression and buffeting theory / Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 209 (2021) 1044842 / Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 2021.
11. Petersen Ø.W., Øiseth O., Lourens E. Investigation of dynamic wind loads on a long-span suspension bridge identified from measured acceleration data / Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics 196 (2020) 1040452 / Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 2020.
12. Cigada A., Falco M., Zasso A. Development of new systems to measure the aerodynamic forces on section models in wind tunnel testing / Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2001. – V.89. № 7-8. – P. 725–746.
13. Lunhai Zhi, Li Q.S., Fang Mingxin. Identification of Wind Loads and Estimation of Structural Responses of Super-Tall Buildings by an Inverse Method / Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. – 2016. – V. 31. № 12. – P. 905–982.



14. Elshaer A. Aerodynamic Optimization and Wind Load Evaluation Framework for Tall Buildings / Electronic Thesis and Dissertation Repositor. – 2017. URL: <https://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=6130&context=etd>.
15. Shitang Ke, Wenlin Yu, Yaojun Ge. Wind Load Characteristics and Action Mechanism on Internal and External Surfaces of Super-Large Cooling Towers under Wind-Rain Combined Effects/ Mathematical Problems in Engineering. – 2018. – ID 2921709. – 22 p.
16. Meroney R. N. Wind flow patterns about buildings / Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 21-38. – 2021. – ID: 10.1016/0167-6105(85)90031-5.
17. Opatowicz D., Radoń U., Zabojszcza P. Assessment of the Effect of Wind Load on the Load Capacity of a Single-Layer Bar Dome / Buildings. – 2020. – № 10. ID: 179. 10.3390.
18. Takadate Y., Uematsu Y. Steady and unsteady aerodynamic forces on a long-span membrane structure / Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2019. – № 193. ID: 103946. 10.1016.
19. Ding W. LES of Unsteady Aerodynamic Forces on a Long-Span Curved Roof Flight Physics - Models, Techniques and Technologies. – 2018. – ID 10.5772.
20. Berezin M. A., Katushin V. V. Atlas aerodinamicheskikh kharakteristik stroitelnykh konstruktсий [Atlas of aerodynamic characteristics of building structures] Novosibirsk: Olden-Poligrafiya, 2001. – 140 p. – ISBN 5-94905-002-9.
21. SP 20.13330.2016 Nagruzki i vozdeystviya [Loads and effects]: svod pravil : utverzhd. prikazom Min-va stroit-va i zhilishchno-kommunalnogo khoz-va RF ot 3 dekabrya 2016 g. № 891/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.1.07-85* : data vved. 4 iyunya 2017 g. – Moscow: Minstroy Rossii, 2016. – 80 p.
22. Khazov P. A., Shishova M. A., Satanov A. A. Seismic resistance analysis of a high-rise building under design in Vladivostok/ The Privolzhsky Scientific Journal / NNSUACE, Nizhny Novgorod, 2020. – № 2. – P. 9–15.
23. Nikitina E. A., Khazov P. A., Krytsovkina A. V., Generalova A. A. Analiz sobstvennykh izgibno-krutilnykh kolebaniy mnogoetazhnykh zdaniy [Analysis of own bending-torsion oscillations of multi-floor buildings]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2018. – № 3. – P. 10–16.

ХАЗОВ Павел Алексеевич, канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; ЛАМПСИ Борис Борисович, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; ЦВЕТКОВА Татьяна Сергеевна, студент; БОРИСКИНА Екатерина Сергеевна, студент

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ПУЛЬСАЦИИ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ НА БОЛЬШЕПРОЛЕТНОЕ ПОКРЫТИЕ СПОРТИВНО-ЗРЕЛИЩНОГО СООРУЖЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96;
эл. почта: khazov.nngasu@mail.ru, tatiana-pronkina@mail.ru, catherineboriskina@yandex.ru
Ключевые слова: ветровая нагрузка, колебания, коэффициент пульсации, ветровые потоки, аэродинамический коэффициент.

Приводится отечественный и зарубежный опыт изучения аэродинамических нагрузок на здания и сооружения, а также колебаний их несущих конструкций. Выполнен анализ пульсационной составляющей ветровой нагрузки на криволинейное покрытие в различных частотных диапазонах. Показано, что при проведении предварительных оценочных расчетов на ранних итерациях пульсационная составляющая ветровой нагрузки может быть принята равной статической составляющей при условии обязательного уточнения при итоговом проектировании.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пановко, Я. Г. Устойчивость и колебания упругих систем: Современные концепции, парадоксы и ошибки / Я. Г. Пановко, И. И. Губанова. – Москва : Наука, 1987. – 352 с. – Текст : непосредственный.
2. Дашевский, М. А. Определение частот собственных колебаний многоэтажных зданий периодической структуры / М. А. Дашевский, В. Л. Мондрус, С. Н. Шутовский. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2012. – № 2. – С. 35–40.
3. Вольфсон, Б. П. О собственных колебаниях одномерной периодической системы / Б. П. Вольфсон. – Текст : непосредственный // Исследования по теории сооружений : сборник / под редакцией Б. Г. Корнева, И. М. Рабиновича, А. Ф. Смирнова. – Москва, 1969. – Выпуск 17. – С. 87–92.
4. Дарков, А. В. Строительная механика / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. – Москва : Высшая школа, 1986. – 608 с. – Текст : непосредственный.
5. Сравнение динамических расчетных моделей при определении частот и форм собственных колебаний большепролетной стальной фермы покрытия здания велодрома / П. А. Хазов, Н. И. Молодушная, Б. Б. Лампси (мл.), Ю. Д. Щелокова, А. М. Анущенко. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 2. – С. 16–24.
6. ASCE Standard № 7-05. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures / American Society of Civil Engineers. – Reston, Virginia, 2010. – 650 p.
7. Coulbourne, W. L. Wind Loads Guide to the Wind Load Provisions of ASCE 7-16 / W. L. Coulbourne, T. E. Stafford. – ASCE Press, 2020. – 180 p.
8. Szaniec, W. Harmonic analysis of bar domes subjected to wind loads / W. Szaniec, K. Zielinska // International journal for computational civil and structural engineering / Publishing House ASV, LTD. – Moscow, 2014. – Vol. 10. – № 4. – P. 130–134.
9. Dynamic behavior of a tensegrity system subjected to follower wind loading / M. Lazzari, R. V. Vitaliani, M. Majowiecki, A. V. Saetta // Computers & Structures / Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 2003. – Vol. 81, № 22-23. – P. 2199–2217.
10. Castellon, F. D. A comparative study of wind-induced dynamic response models of long-span bridges using artificial neural networks, support vector regression and buffeting theory / D. F. Castellon, A. Fenerci, O. Øiseth // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 209 (2021) 1044842 / Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 2021.
11. Petersen, Ø. W. Investigation of dynamic wind loads on a long-span suspension bridge identified from measured acceleration data / Ø. W. Petersen, O. Øiseth, E. Lourens // Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics 196 (2020) 1040452 / Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 2020.
12. Cigada, A. Development of new systems to measure the aerodynamic forces on section models in wind tunnel testing / A. Cigada, M. Falco, A. Zasso // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2001. – Vol. 89. – № 7-8. – P. 725-746.
13. Lunhai Zhi, Identification of Wind Loads and Estimation of Structural Responses of Super-Tall Buildings by an Inverse Method / Lunhai Zhi, Q.S. Li, Mingxin Fang // Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering – 2016 – V. 31. – № 12. – P. 905–982.
14. Elshaer A. Aerodynamic Optimization and Wind Load Evaluation Framework for Tall Buildings / A. Elshaer // Electronic Thesis and Dissertation Repositor. – 2017. – URL: <https://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=6130&context=etd>.
15. Shitang, Ke Wind Load Characteristics and Action Mechanism on Internal and External Surfaces of Super-Large Cooling Towers under Wind-Rain Combined Effects / Shitang Ke, Wenlin Yu, Yaojun Ge // Mathematical Problems in Engineering. – 2018. – ID 2921709. – 22 p.
16. Meroney, R. N. Wind flow patterns about buildings / Robert N. Meroney // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 21-38. – 2021. – 22 p. – ID: 10.1016/0167-6105(85)90031-5.
17. Opatowicz, D. Assessment of the Effect of Wind Load on the Load Capacity of a Single-Layer Bar Dome / D. Opatowicz, U. Radoń, P. Zabojszcza, // Buildings. – 2020. – № 10. – ID: 179. 10.3390.



18. Takadate Y. Steady and unsteady aerodynamic forces on a long-span membrane structure / Y. Takadate, Y. Uematsu // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2019. – № 193. – ID: 103946. 10.1016.

19. Ding, W. LES of Unsteady Aerodynamic Forces on a Long-Span Curved Roof / W. Ding // Flight Physics – Models, Techniques and Technologies. – 2018. – ID 10.5772.

20. Атлас аэродинамических характеристик строительных конструкций / составители М. А. Березин, В. В. Катюшин. – Новосибирск : Олден-Полиграфия, 2003. – 140 с. – ISBN 5-94905-002-9. – Текст : непосредственный.

21. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия : свод правил : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. № 891/пр : актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* : дата введения 4 июня 2017 г. – Москва : Минстрой России, 2016. – 80 с. – Текст : непосредственный.

22. Khazov, P. A. Seismic resistance analysis of a high-rise building under design in Vladivostok / P. A. Khazov, M. A. Shishova, A. A. Satanov // The Privolzhsky Scientific Journal / NNSUACE. – Nizhny Novgorod. – 2020. – № 2. – P. 9–15.

23. Анализ собственных изгибно-крутильных колебаний многоэтажных зданий / Е. А. Никитина, П. А. Хазов, А. В. Крыцковина, А. А. Генералова. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2018. – № 3. – С. 10–16.

© П. А. Хазов, Б. Б. Лампси, Т. С. Цветкова, Е. С. Борискина, 2021

Получено: 10.04.2021 г.

УДК 624.042.41

П. В. ДУБОВЦЕВ, магистрант кафедры теории сооружений и технической механики; **П. А. ХАЗОВ**, канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; **Д. В. МОНИЧ**, канд. техн. наук, проф. кафедры архитектуры

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ ПУТЕМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96; эл. почта: pav.dubowtsef2010@yadnex.ru, khazov.nngasu@mail.ru

Ключевые слова: высотное здание, ветровое давление, численное моделирование.

Представлены результаты распределения ветрового давления на поверхность высотного здания путем численного моделирования. Задача решается в программном комплексе Autodesk CFD. Производится сравнение распределения ветрового давления путем численного моделирования с результатами вычислений, выполненными в соответствии с действующими нормами. Анализируется возможность определения давления на поверхность проектируемого объекта с использованием свода правил на стадии концептуального проектирования.

Ветровое давление при разработке проектных решений высотных зданий оказывает значительное влияние на конструкции, так как с повышением высоты над уровнем земли ветровая нагрузка возрастает.

Цель проектировщика – обеспечить работу здания или сооружения под действием ветровых нагрузок таким образом, чтобы проектируемый объект был надежным и пригодным к эксплуатации в течение всего срока службы [1]. Предоставлением исходных данных о ветровом давлении на поверхность проектируемого объекта занимается самостоятельная научная дисциплина – аэродинамика зданий. Проблема описания ветровых воздействий до недавнего времени была в научных кругах не разрешима вследствие отсутствия мощных вычислительных комплексов.

Наиболее распространенной и доступной технологией, которая решает данную проблему, является *CFD*-моделирование. Суть *CFD*-моделирования заключается в использовании ресурсов компьютера для численного решения уравнений, описывающих физические законы движения жидкости, газа или иных сред внутри или вокруг материальной системы. Материальная система также моделируется на компьютере. Следовательно, вся система превращается в виртуальную среду, вследствие анализа которой мы можем получать результаты для дальнейшего проектирования зданий и сооружений [2].

По результатам исследований [3–5] метод *CFD*-моделирования позволяет получить удовлетворительные результаты ветрового давления на поверхности зданий. Для моделирования виртуальной среды требуются определенные знания, временные затраты, умения и значительные ресурсы компьютера для получения карт ветрового давления на поверхность здания. Ввиду этого перед проектировщиком на стадии концептуального проектирования возникает альтернатива – адаптировать нормативную документацию для определения ветрового давления на поверхность проектируемого объекта.

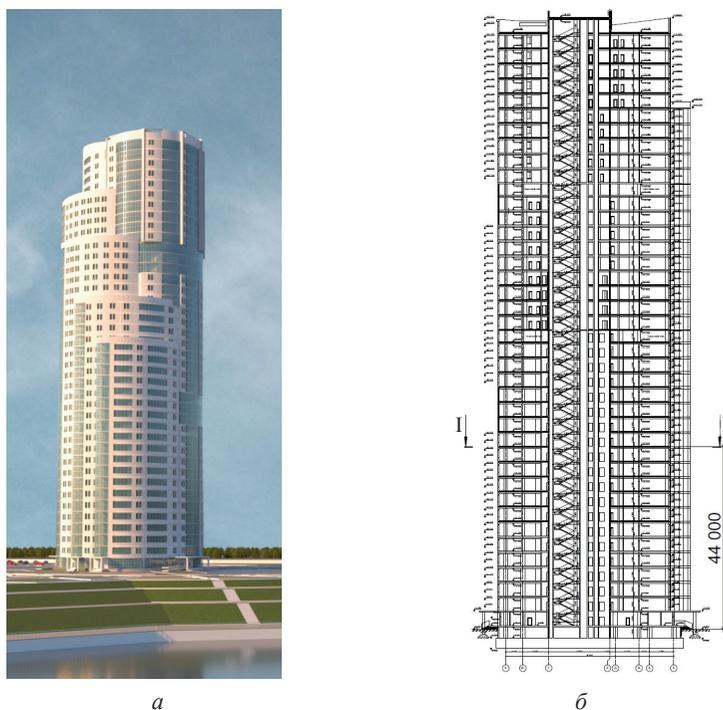


Рис. 1. Проектируемое здание: *а* – перспектива; *б* – вертикальный разрез

Для исследования рассматривается высотное здание многофункционального назначения в городе Владивостоке, высота которого составляет 149,7 метров (рис. 1). Проектируемый объект имеет сложную форму в плане (рис. 2), поэтому согласно сводам правил [6, 7], ветровую нагрузку на здание следует определять по результатам численного или модельного эксперимента. Практически для любых направлений ветра достаточно сложно оценить распределение ветровой нагрузки на поверхность с использованием действующих нормативных документов. Для оценки распределения ветрового давления с северного направления предлагается использовать схему «Сооружения и конструктивные элементы с круговой цилиндрической поверхностью» (рис. 3) в соответствии с пунктом В1.12 приложения В [7]. В соответствии с принятой схемой и сводом правил определяются аэродинамические коэффициенты, которые впоследствии проецируются на поверхность здания. Рассматривается сечение I-I (рис. 1) на высоте 44 метра над уровнем земли (рис. 2).

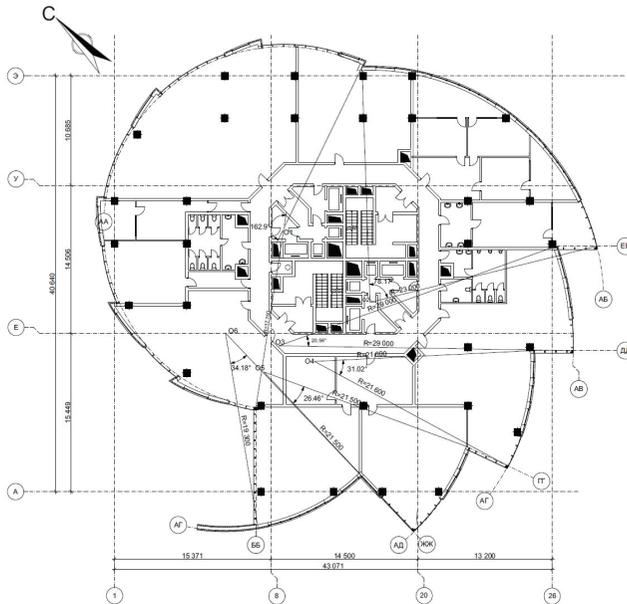


Рис. 2. План высотного здания над уровнем земли 44 метра

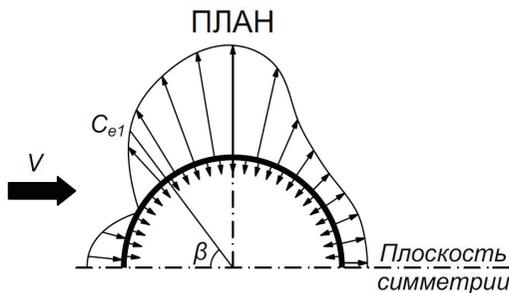


Рис. 3. Распределение аэродинамических коэффициентов на сооружения и конструктивные элементы с круговой цилиндрической поверхностью в соответствии со схемой приложения В [7]

В этом случае значение коэффициента C_{e1} с определяется по формуле:

$$C_{e1} = k_{\alpha 1} C_{\beta}, \quad (1)$$

**К СТАТЬЕ П. В. ДУБОВЦЕВА, П. А. ХАЗОВА, Д. В. МОНИЧА
«ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ
НА ПОВЕРХНОСТЬ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ ПУТЕМ ЧИСЛЕННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ»**

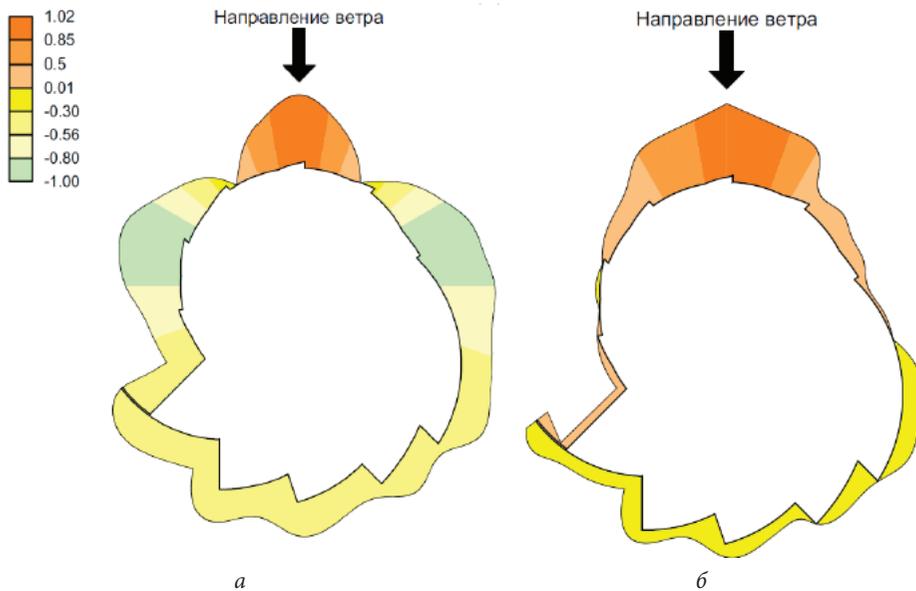


Рис. 1. Результаты распределения давления (кПа) на поверхность здания над уровнем земли 44 метра: а – по нормативной документации; б – по результатам численного моделирования



Рис. 2. Результаты численного моделирования распределения давлений на поверхность здания в плане

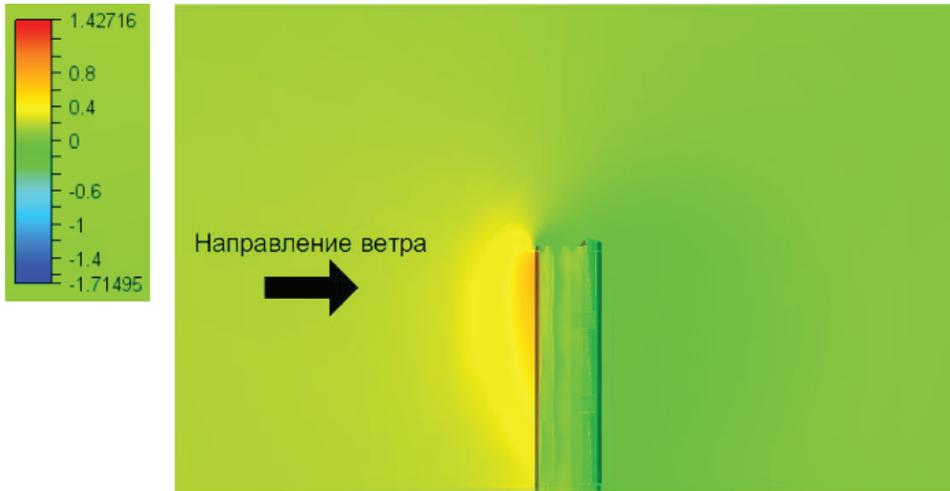


Рис. 3. Результаты численного моделирования распределения давлений на поверхность здания по высоте

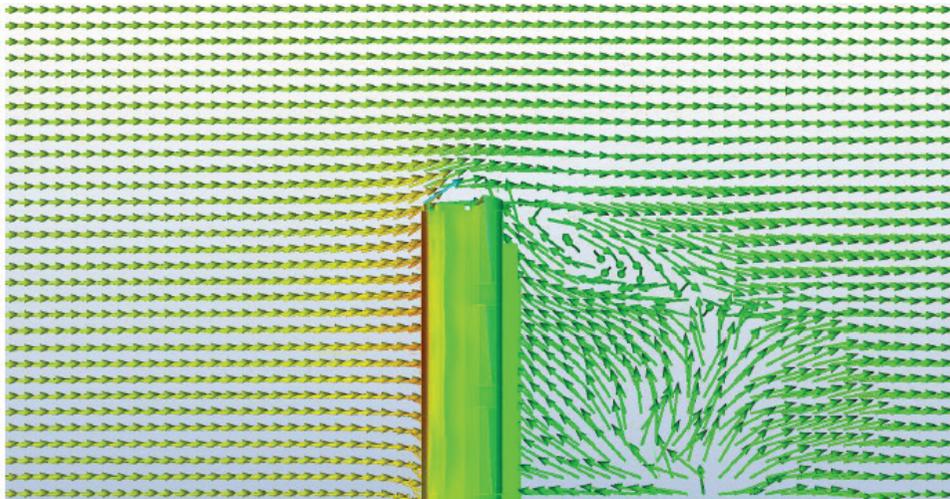
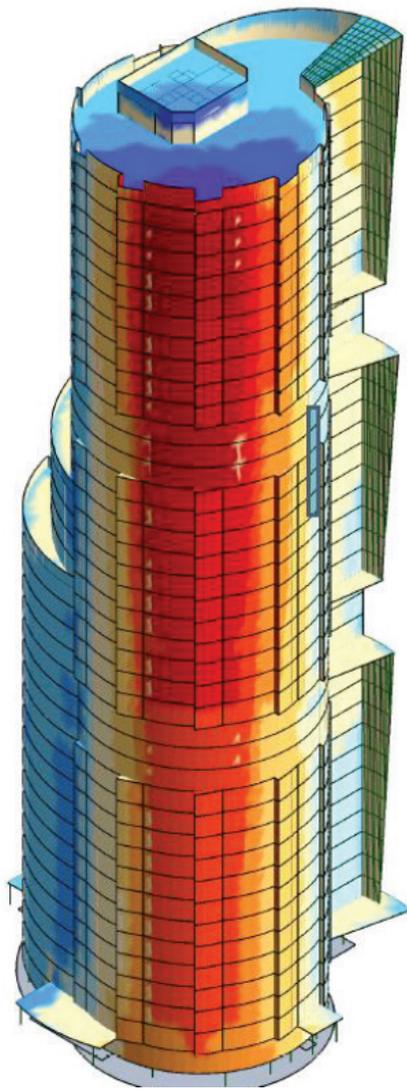
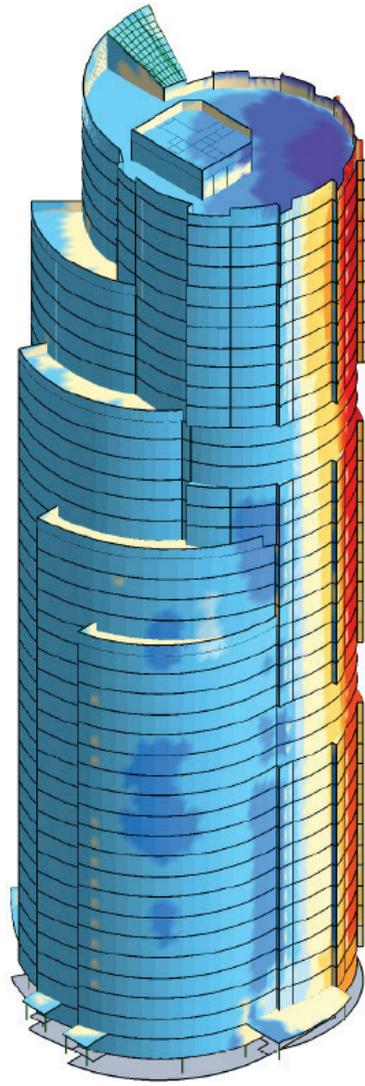


Рис. 4. Направление движения частиц



a



b

Рис. 5. Изополя давлений на поверхности здания: *a* – северная сторона; *b* – восточная сторона

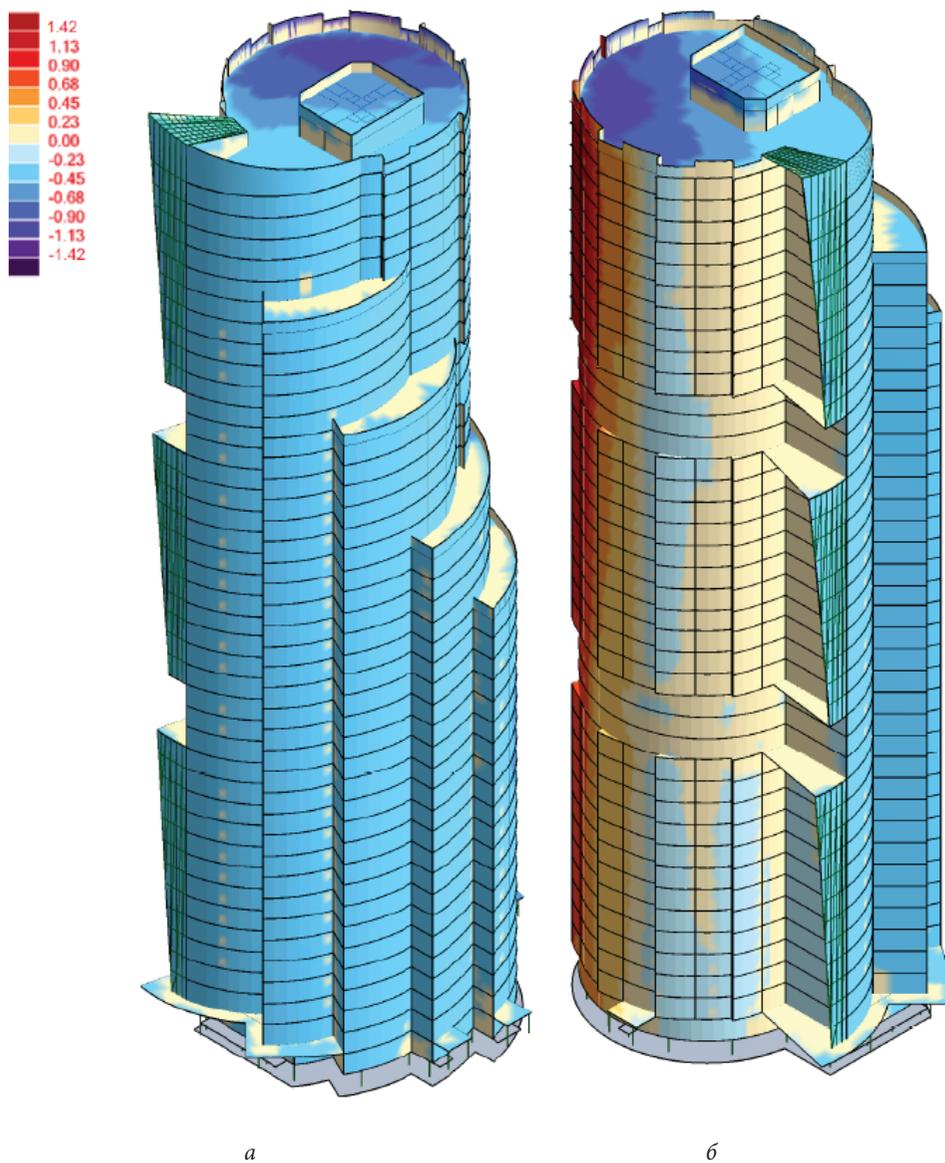


Рис. 6. Изополя давлений на поверхности здания: *а* – южная сторона; *б* – западная сторона



где $k_{\lambda l}=1$ при $C_{\beta} > 0$; для $C_{\beta} < 0$ $k_{\lambda l} = k_{\lambda} = 0,66$ определено в соответствии с пунктом В.1.15 приложения В [7].

Значение C_{β} необходимо принимать в зависимости от изменения угла β в соответствии с пунктом В1.12 приложения В [7].

Результаты расчета аэродинамического коэффициента C_{e1} сведены в табл. 1.

Нормативное значение средней составляющей основной ветровой нагрузки w_m в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять в соответствии с пунктом 11.1.13 [7] по формуле:

$$w_m = w_o k(z_e)c, \quad (2)$$

где: $w_o = 0,48$ – нормативное значение ветрового давления для Владивостока в соответствии с табл. 11.1 [7]; $k(z_e) = 1,58$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e , определяемый в соответствии с 11.1.6 [7].

Нормативное значение пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки на эквивалентной высоте необходимо определять в соответствии с пунктом 11.1.8 [1] по формуле:

$$w_g = w_m \zeta(z_e)v, \quad (3)$$

где: $\zeta(z_e) = 0,604$ – коэффициент пульсации давления ветра, определяемый в соответствии с пунктом 11.1.8 [7]; $v = 0,58$ – коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра, определяемый в соответствии с 11.1.11 [7].

Нормативное значение основной ветровой нагрузки следует определять, как сумму средней w_m и w_g пульсационной составляющих [1]. Результаты расчета нормативной основной ветровой нагрузки сведены в табл. 2 (рис. 1а цв. вклейки).

Таблица 1

Расчет аэродинамического коэффициента C_{e1}

β	C_{β}	$k_{\lambda l}$	C_{e1}
0	1	1	1,00
10	0,85	1	0,85
20	0,52	1	0,52
30	0,06	1	0,06
40	-0,44	0,66	-0,29
50	-0,83	0,66	-0,55
60	-1,15	0,66	-0,76
70	-1,4	0,66	-0,92
80	-1,42	0,66	-0,94
90	-1,25	0,66	-0,83
100	-0,93	0,66	-0,61
110	-0,77	0,66	-0,51
120	-0,77	0,66	-0,51
130	-0,77	0,66	-0,51
140	-0,77	0,66	-0,51
150	-0,77	0,66	-0,51
160	-0,77	0,66	-0,51
170	-0,77	0,66	-0,51
180	-0,77	0,66	-0,51

Расчет ветровой нагрузки

w_0	$\zeta(z_e)$	C_{e1}	w_m	$\zeta(z_e)$	v	w_g	w
0,48	1,58	1,00	0,76	0,60	0,58	0,27	1,02
		0,85	0,64			0,23	0,87
		0,52	0,39			0,14	0,53
		0,06	0,05			0,02	0,06
		-0,29	-0,22			-0,08	-0,30
		-0,55	-0,42			-0,15	-0,56
		-0,76	-0,58			-0,20	-0,78
		-0,92	-0,70			-0,25	-0,95
		-0,94	-0,71			-0,25	-0,96
		-0,83	-0,63			-0,22	-0,84
		-0,61	-0,47			-0,16	-0,63
		-0,51	-0,39			-0,14	-0,52
		-0,51	-0,39			-0,14	-0,52
		-0,51	-0,39			-0,14	-0,52
		-0,51	-0,39			-0,14	-0,52

Для исследования распределения и определения значений давления на поверхности проектируемого высотного здания выполнялось численное моделирование. Алгоритм создания виртуальной среды включает в себя следующие этапы:

- 1) Создание геометрии высотного здания в виртуальной среде;
- 2) Задание области, в которой будет производиться моделирование аэродинамического течения. Размеры области должны минимально влиять на результаты давлений на поверхности исследуемого объекта. Согласно источникам [8, 9], габариты области принимаются 6-8 высот здания;

- 3) Устанавливаются материалы для всех геометрических форм;

- 4) Назначаются граничные условия для области моделирования;

- 5) Производится итерационный расчет виртуальной модели.

В результате выполнения расчета были получены карты распределения давлений на поверхность здания и направление движения частиц (рис. 2, 3 цв. вклейки). Для сравнения результатов, полученных путем моделирования, с результатами вычислений по нормативной документации [7], необходимо создать секущую плоскость, параллельную поверхности земли на высоте 44 м. Результаты сравнения приведены на (рис. 1а, 1б цв. вклейки).

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. При моделировании ветрового потока с северного направления значения ветровых давлений с наветренной стороны здания практически совпадают.

2. С подветренной стороны здания значения ветровых давлений имеют в обоих случаях равномерное распределение по поверхности, но значения, полученные



при использовании нормативной документации [7], выше, чем при численном моделировании в 2,7 раза.

3. Величины давлений, перпендикулярные рассматриваемому направлению ветра, существенно отличаются в пользу увеличенных значений, которые были определены по нормативной документации [7].

4. Адаптация нормативной документации [7] для определения ветрового давления на поверхности зданий сложной формы может быть использована на стадии концептуального проектирования для назначения предварительных сечений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Симиу, Э. Воздействия ветра на здания и сооружения : перевод с английского / Э. Симиу, Р. Сканлан. – Москва : Стройиздат, 1984. – 360 с. – Перевод изд.: Wind Effectson Structures / E. Simiu, R. Scanlan (1978). – Текст : непосредственный.

2. Hirsch, C. Numerical Computation of Internal and External Flows. Volume 1-Fundamentals of Computational Fluid Dynamics / C. Hirsch. – Amsterdam ; London ; New York : Elsevier, 2007. – 696 p. – ISBN 0750665947.

3. Пашков, Д. Е. Вычисление ветровых воздействий путем применения CFD-моделирования / Д. Е. Пашков, Д. С. Варибрус. – Текст : непосредственный // Инновационная наука. – Белгород, 2019. – № 12. – С. 206–208.

4. Численное и физическое моделирование ветрового воздействия на группу высотных зданий / С. В. Гувернюк, О. О. Егорычев, С. А. Исаев, Н. В. Корнев, О. И. Поддаева. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – Москва, 2011. – № 3. – С. 185–191.

5. Численное моделирование ветрового воздействия на одиночное здание с использованием технологий компьютерного моделирования / В. Д. Оленьков, А. Д. Бирюков, Н. Т. Тазеев, К. С. Коротеев. – Текст : непосредственный // Сборник научных трудов РААСН. – Москва, 2019. – С. 363–378.

6. СП 267.1325800.2016. Здания и комплексы высотные. Правила проектирования. – Москва : Минстрой России, 2016. – 102 с. – Текст : непосредственный.

7. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85.* – Москва : Минстрой России, 2016. – 80 с. – Текст : непосредственный.

8. Поддаева, О. И. Архитектурно-строительная аэродинамика : учебное пособие / О. И. Поддаева, А. С. Кубенин, П. С. Чурин / Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. – Москва : НИУ МГСУ, 2015. – 88 с. – ISBN 978-5-7264-1194-1. – Текст : непосредственный.

9. Поддаева, О. И. Архитектурно-строительная аэродинамика / О. И. Поддаева, И. В. Дуничкин. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – Москва, 2011. – № 6. – С. 602–609.

DUBOVTSSEV Pavel Vladimirovich, undergraduate student 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; MONICH Dmitry Viktorovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of architecture

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING REGULATORY DOCUMENTATION TO DETERMINE WIND PRESSURE ON THE SURFACE OF A HIGH-RISE BUILDING BY NUMERICAL MODELING

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: + 7 (831) 430-54-96;
e-mail: pav.dubowtsef2010@yadnex.ru, khazov.nngasu@mail.ru



Key words: high-rise building, wind pressure, numerical modeling.

The article presents the results of the distribution of wind pressure on the surface of a high-rise building by numerical modeling. The problem is solved in the Autodesk CFD software package. A comparison of the distribution of wind pressure by numerical simulation with the results of calculations performed in accordance with the current regulations is made. The possibility of determining the pressure on the surface of the designed object using a set of rules at the stage of conceptual design is analyzed.

REFERENCES

1. Simiu E., Scanlan R. *Vozdeystviya vetra na zdaniya i sooruzheniya* [Wind Effects on Structures] : perevod s angl. – Moscow : Stroyizdat, 1984. – 360 p. – Perevod izd.: E. Simiu, R. Scanlan (1978).
2. Hirsch, C. *Numerical Computation of Internal and External Flows. Volume I-Fundamentals of Computational Fluid Dynamics* / Amsterdam ; London ; New York : Elsevier, 2007. – 696 p. – ISBN 0750665947.
3. Pashkov D. E., Varibrus D. S. *Vychislenie vetrovykh vozdeystviy putyom primeneniya CFD-modelirovaniya* [Calculating wind forces using CFD Modeling]. *Innovatsionnaya nauka* [Innovative Science]. Belgorod. 2019. № 12. P. 206–208.
4. Guvernyuk S. V., Egorychev O. O., Isaev S. A., Kornev N. V., Poddaeva O. I. *Chislennoe i fizicheskoe modelirovanie vetrovogo vozdeystviya na gruppu vysoznykh zdaniy* [Numerical and physical modeling of wind impact on a group of high-rise buildings]. *Vestnik MGSU. Moscow*. 2011. № 3. P. 185–191.
5. Olenkov V. D., Biryukov A. D., Tazeev N. T., Koroteev K. S. *Chislennoe modelirovanie vetrovogo vozdeystviya na odinochnoe zdanie s ispolzovaniem tekhnologiy kompyuternogo modelirovaniya* [Numerical modeling of wind action on a single building using computer simulation technologies]. *Sbornik nauchnykh trudov RAASN* [Collection of scientific papers of RAACS]. Moscow. 2019. P. 363–378.
6. SP 267.1325800.2016 *Zdaniya i komplekсы vysoznye. Pravila proektirovaniya* [High rise buildings and complexes. Design rules] – Moscow: Minstroy Rossii, 2016. – 102 p.
7. SP 20.13330.2016 *Nagruzki i vozdeystviya* [Loads and effects]. *Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.1.07-85** – Moscow: Minstroy Rossii, 2016. – 80 p.
8. Poddaeva O. I., Kubenin A. S., Churin P. S. *Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika* [Architectural and construction aerodynamics]: *uchebnoe posobie / Natsional. issled. Moskovsk. gos. stroit. un-t.* – Moscow: NIU MGSU, 2015. – 88 p. – ISBN 978-5-7264-1194-1.
9. Poddaeva O. I., Dunichkin I. V. *Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika* [Architectural construction aerodynamics]. *Vestnik MGSU. Moscow*. 2011. № 6. P. 602–609.

© П. В. Дубовцев, П. А. Хазов, Д. В. Мониц, 2021

Получено: 10.04.2021 г.



УДК 699.844

В. Н. БОБЫЛЕВ¹, чл.-корр. РААСН, проф., зав. кафедрой архитектуры;
В. И. ЕРОФЕЕВ², д-р физ.-мат. наук, проф., директор; **Д. В. МОНИЧ¹**, канд.
техн. наук, проф. кафедры архитектуры; **П. А. ГРЕБНЕВ¹**, канд. техн. наук,
доц. кафедры архитектуры; **Д. С. КУЗЬМИН¹**, ст. преподаватель кафедры ар-
хитектуры, аспирант

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ БЕСКАРКАСНЫХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-46;
эл. почта: dmitriy.monich@mail.ru

²Институт проблем машиностроения РАН – филиал ФГБНУ «Федеральный исследователь-
ский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»
Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85. Тел.: (831) 432-05-76;
эл. почта: erof.vi@yandex.ru

Ключевые слова: звукоизоляция, способы повышения звукоизоляции, бескаркасные сэнд-
вич-панели, пазогребневое соединение среднего слоя.

*Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований звуко-
изоляции новых типов бескаркасных сэндвич-панелей для применения в гражданском и про-
мышленном строительстве. Установлен наиболее эффективный способ повышения звуко-
изоляции сэндвич-панелей путем уменьшения модуля упругости материала среднего слоя.
Приведены частотные характеристики звукоизоляции сэндвич-панелей с облицовками из
трех различных материалов. Показана эффективность применения пазогребневого соеди-
нения среднего слоя для повышения звукоизоляции сэндвич-панелей в нормируемом диапа-
зоне частот.*

Сэндвич-панели являются легкими многослойными ограждающими кон-
струкциями, которые могут использоваться в качестве перегородок между поме-
щениями жилых, общественных и промышленных зданий. Известно, что сэндвич-
панели, применяемые в строительстве в настоящее время, имеют низкие значе-
ния звукоизоляции в диапазоне средних звуковых частот. Это вызвано снижением
звукоизоляции вблизи резонансной частоты системы «масса-упругость-масса». Теоретические и экспериментальные исследования прохождения звука через раз-
личные типы сэндвич-панелей проводились многими исследователями [1]–[13].
В данной статье рассмотрена звукоизоляция бескаркасных сэндвич-панелей, раз-
работанных на кафедре архитектуры Нижегородского государственного архитек-
турно-строительного университета [14]–[17]. Теоретические исследования прове-
дены на базе теории самосогласования волновых полей, разработанной научной
школой профессора Седова Михаила Семеновича [18].

В соответствии с теорией самосогласования волновых полей звукоизоляция
однослойных и многослойных ограждающих конструкций определяется с учетом
резонансной и инерционной составляющих прохождения звука [18]:

$$R = 10 \lg \left(\frac{1}{\tau_r + \tau_i} \right), \quad (1)$$

где τ_r – коэффициент резонансного прохождения звука; τ_i – коэффициент инерци-



онного прохождения звука.

Коэффициенты резонансного и инерционного прохождения звука для сэндвич-панелей определяются по формулам [18]:

$$\tau_r = \tau_{sr} + \tau_{1r} \tau_{2r} \quad (2)$$

где τ_{sr} – коэффициент резонансного прохождения звука через обе облицовки с упругой связью между ними; τ_{1r} – коэффициент резонансного прохождения звука через облицовку со стороны помещения с источником шума; τ_{2r} – коэффициент резонансного прохождения звука через облицовку со стороны помещения, защищаемого от шума:

$$\tau_i = \tau_{si} + \tau_{1i} \tau_{2i} \quad (3)$$

где τ_{si} – коэффициент инерционного прохождения звука через обе облицовки с упругой связью между ними; τ_{1i} – коэффициент инерционного прохождения звука через облицовку со стороны помещения с источником шума; τ_{2i} – коэффициент инерционного прохождения звука через облицовку со стороны помещения, защищаемого от шума.

На рис. 1 показаны пути прохождения звука через сэндвич-панель, с учетом резонансного прохождения звука и инерционного прохождения звука. На рис. 2 представлена обобщенная схема, показывающая влияние различных базовых параметров сэндвич-панели на коэффициент прохождения звука (τ) с учетом резонансного (τ_r) и инерционного (τ_i) прохождения звука. Можно видеть, что два базовых параметра одновременно оказывают влияние на резонансное и инерционное прохождение звука: 1) длина и высота сэндвич-панели (a, b); 2) толщина среднего слоя сэндвич-панели (h_2).

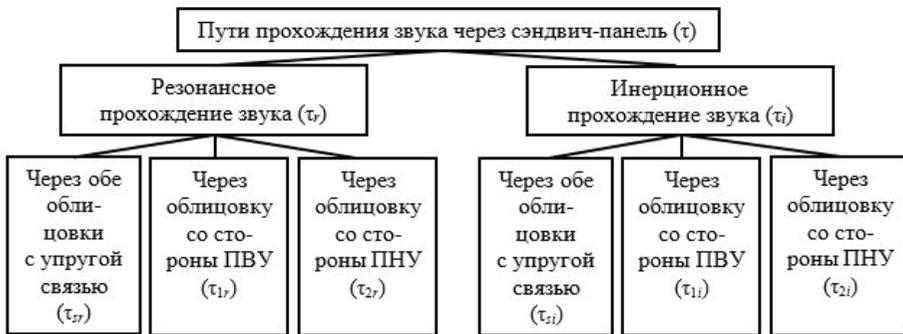


Рис. 1. Схема с указанием путей прохождения звука через сэндвич-панель

На данной схеме также показаны исходные физико-механические характеристики материалов сэндвич-панели, которые оказывают влияние на величины базовых параметров. Можно видеть, что все исходные физико-механические характеристики облицовок и среднего слоя сэндвич-панели будут оказывать влияние на резонансное прохождение звука: модуль упругости материала облицовки (E_1); коэффициент Пуассона материала облицовки (ν_1); коэффициент потерь материала облицовки (η_1); модуль упругости материала среднего слоя (E_2); плотность материала облицовки (ρ_1); толщина облицовки (h_1); плотность материала среднего слоя (ρ_2).

При этом на инерционное прохождение звука будут оказывать влияние четыре из семи физико-механических характеристик материалов сэндвич-панели: модуль упругости материала среднего слоя (E_2); плотность материала облицовки (ρ_1); тол-

щина облицовки (h_1); плотность материала среднего слоя (ρ_2).

Проведенные теоретические исследования позволяют определить способы повышения звукоизоляции сэндвич-панелей путем снижения резонансного и инерционного прохождения звука.

Важно отметить, что для применения в практике строительства способы повышения звукоизоляции сэндвич-панелей должны удовлетворять критериям рациональности новых конструктивных решений ограждающих конструкций, определенным в работе [19]:

$$KР_n(\mu; h) \leq KР_a(\mu; h), \quad (4)$$

где $KР_n$ – критерии рациональности новых конструктивных решений ограждающих конструкций; $KР_a$ – критерии рациональности конструктивных решений существующих аналогов: μ – поверхностная плотность ограждающей конструкции, $кг/м^2$; h – толщина ограждающей конструкции, м.

Для проведения дальнейшего анализа способов повышения звукоизоляции сэндвич-панелей отобраны эффективные способы, удовлетворяющие следующим критериям:

- 1) одновременное снижение резонансного прохождения звука и инерционного прохождения звука;
- 2) соответствие одному или двум критериям рациональности новых конструктивных решений.

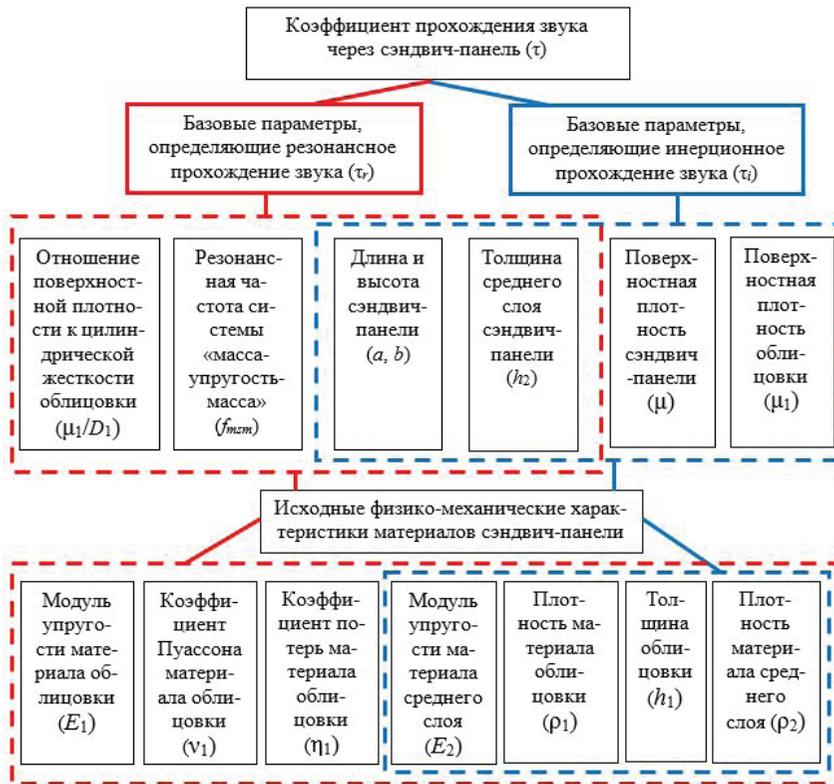


Рис. 2. Базовые параметры и исходные физико-механические характеристики материалов сэндвич-панели, определяющие резонансное прохождение звука и инерционное прохождение звука



Результаты отбора способов повышения звукоизоляции сэндвич-панелей с учетом вышеуказанных критериев представлены в табл. 1. При этом часть однотипных или повторяющихся способов были объединены.

Таблица 1

Способы повышения звукоизоляции сэндвич-панелей

Номер способа	Наименование способа повышения звукоизоляции сэндвич-панелей	Влияние способа повышения звукоизоляции на прохождение звука через сэндвич-панель (τ):		Соответствие способа повышения звукоизоляции критериям рациональности новых конструктивных решений:	
		на резонансное прохождение звука τ_r	на инерционное прохождение звука τ_i	критерию изменения поверхностной плотности ограждения, $KP_n(\mu)$	критерию изменения толщины ограждения, $KP_n(h)$
1	Увеличение толщины среднего слоя сэндвич-панели (h_2)	снижает	снижает	соответствует	не соответствует
2	Уменьшение модуля упругости материала среднего слоя (E_2)	снижает	снижает	соответствует	соответствует
3	Увеличение поверхностной плотности облицовок (μ_1)	снижает	снижает	не соответствует	соответствует

По результатам проведенного анализа определены эффективные способы повышения звукоизоляции сэндвич-панелей, удовлетворяющие критериям рациональности новых конструктивных решений:

1) наиболее эффективный способ, обеспечивающий одновременное снижение резонансного и инерционного прохождения звука и удовлетворяющий обоим критериям рациональности новых конструктивных решений: уменьшение модуля упругости материала среднего слоя сэндвич-панели (E_2);

2) эффективные способы, обеспечивающие одновременное снижение резонансного и инерционного прохождения звука и удовлетворяющие одному из критериев рациональности новых конструктивных решений: увеличение толщины среднего слоя сэндвич-панели (h_2); увеличение поверхностной плотности облицовок сэндвич-панели (μ_1).

Вышеуказанные способы представлены в виде схемы на рис. 3.



Рис. 3. Эффективные способы повышения звукоизоляции сэндвич-панелей конечных геометрических размеров, удовлетворяющие критериям рациональности новых конструктивных решений

Способы повышения звукоизоляции сэндвич-панелей, определенные по результатам теоретических исследований, позволяют разрабатывать новые конструктивные решения звукоизолирующих ограждений зданий. На рис. 4 представлены три практических пути реализации наиболее эффективного способа повышения звукоизоляции сэндвич-панелей с уменьшением модуля упругости материала среднего слоя (E_2). Звукоизоляция сэндвич-панелей с материалами среднего слоя, имеющими различные значения модуля упругости, рассмотрены в работе [20]. Звукоизоляция сэндвич-панелей с акустическим разобщением среднего слоя и облицовок рассмотрены в работах [14], [16], [17].

Рассмотрим звукоизоляцию нового типа бескаркасной сэндвич-панели с разделением среднего слоя на отдельные фрагменты – сэндвич-панель с пазогребневым соединением среднего слоя [15]. Разделение среднего слоя на отдельные фрагменты в поперечном направлении позволяет одновременно изменять жесткость сэндвич-панели на изгиб и жесткость на сдвиг, т. е. является рациональным способом уменьшения модуля упругости материала среднего слоя.

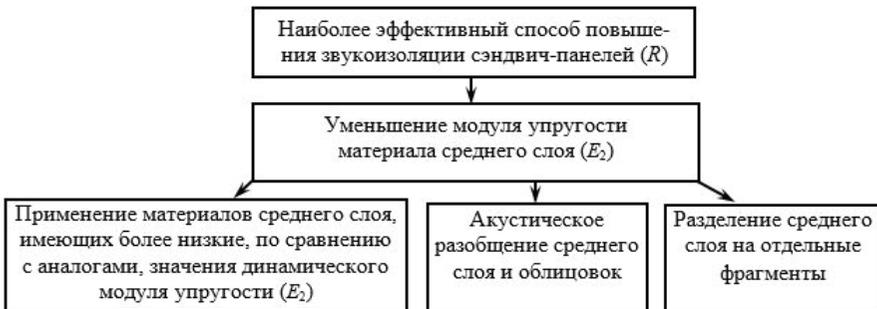


Рис. 4. Практические пути реализации способа повышения звукоизоляции сэндвич-панелей с уменьшением модуля упругости материала среднего слоя

Модуль упругости материала среднего слоя сэндвич-панели оказывает значительное влияние на величину резонансной частоты системы «масса-упругость-масса». Для случая одинаковых облицовок сэндвич-панели данная величина будет определяться по известной формуле:



$$f_{msm} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2E_2}{h_2\mu_1}}, \quad (5)$$

где E_2 – динамический модуль упругости материала среднего слоя сэндвич-панели, Па; μ_1 и μ_2 – поверхностные плотности облицовок сэндвич-панели, кг/м²; h_2 – толщина среднего слоя сэндвич-панели, м.

С использованием результатов экспериментальных исследований звукоизоляции сэндвич-панелей с пазогребневым соединением среднего слоя [21] выполнен расчет модулей упругости материала среднего слоя для 7 исследованных типов сэндвич-панелей (см. табл. 2). Расчет выполнен по формуле, полученной путем преобразования формулы (5):

$$E'_2 = 2\pi^2 f_{msm}^2 h'_2 \mu_1, \quad (6)$$

где f_{msm} – резонансная частота системы «масса-упругость-масса», Гц (определяется по результатам экспериментальных измерений звукоизоляции исследуемых сэндвич-панелей, в месте расположения резонансного провала); h'_2 – суммарная толщина среднего слоя сэндвич-панели (с учетом слоев акустического разобщения, при их наличии), м; μ_1 – поверхностная плотность облицовки сэндвич-панели, кг/м².

Расчет выполнен для ограждений со следующими параметрами: облицовки из гипсоволокнистых листов толщиной по 12,5 мм; средний слой из жесткой минеральной ваты толщиной 50 мм ($\rho_2 = 110$ кг/м³); акустическое разобщение из матов полиэфирного волокна. При проведении расчета использовались следующие допущения: 1) модуль упругости материала среднего слоя определялся с учетом слоев акустического разобщения, при их наличии. Данное допущение отражено в виде штриха в обозначении (E'_2 , Па); 2) значения резонансной частоты системы «масса-упругость-масса» (f_{msm} , Гц) принимались по значениям ближайшей среднегеометрической частоты соответствующего третьоктавного диапазона.

Анализируя результаты расчета, можно видеть, что наибольшее снижение модуля упругости материала среднего слоя по сравнению с ограждением-аналогом (сэндвич-панель, тип № 1) обеспечивается для сэндвич-панелей с пазогребневым соединением среднего слоя: тип № 7 ($E'_2 = 0,1 \times 10^6$ Па) и тип № 6 ($E'_2 = 0,14 \times 10^6$ Па).

На рис. 5–7 представлено сравнение экспериментальных частотных характеристик звукоизоляции ограждения-аналога (сэндвич-панель, тип № 1) и нового конструктивного решения (сэндвич-панели с пазогребневым соединением среднего слоя, тип № 6) с облицовками из гипсоволокнистых листов, цементно-стружечных плит, ориентированно-стружечных плит, соответственно.

Таблица 2

Значения модуля упругости материала среднего слоя исследованных типов сэндвич-панелей (облицовки из гипсоволокнистых листов, средний слой из жесткой минеральной ваты)

Номер схемы	Конструктивная схема сэндвич-панели	Обозначение типа сэндвич-панели	Описание конструктивной схемы сэндвич-панели	Резонансная частота системы «масса-упругость-масса», $f_{\text{рез}}$, Гц	Суммарная толщина среднего слоя сэндвич-панели, $h'_{2, \text{м}}$	Модуль упругости материала среднего слоя, $E'_{2, \text{Па}}$
1		Тип № 1	Ограждение-аналог: средний слой без разделения, облицовки склеены со средним слоем (стандартное конструктивное решение, применяемое в строительстве).	250	0,05	$0,85 \times 10^6$
2	Конструктивные схемы сэндвич-панелей с акустическим разобщением слоев					
2.1		Тип № 2	Слой акустического разобщения расположен между облицовками и средним слоем.	125	0,058	$0,25 \times 10^6$
2.2		Тип № 3	Один слой акустического разобщения расположен в середине среднего слоя, продольно.	200	0,054	$0,59 \times 10^6$

Окончание табл. 2

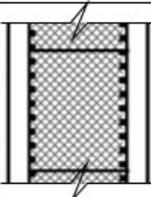
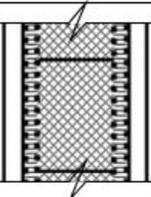
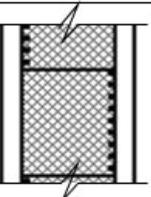
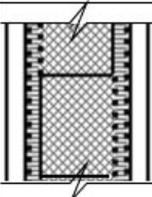
номер схемы	Конструктивная схема сэндвич-панели	Обозначе- ние типа сэндвич- панели	Описание конструктивной схемы сэндвич-панели	Резонансная ча- стога системы «масса-упру- гость-масса», $f_{рез}, Гц$	Суммарная толщина среднего слоя сэндвич-панели, $h'_{2}, м$	Модуль упругости материала среднего слоя, $E'_{2}, Па$
3	Конструктивные схемы сэндвич-панелей с разделением среднего слоя на отдельные фрагменты					
3.1		Тип № 4	Средний слой имеет поперечное раз- деление на отдельные фрагменты, облицовки склеены со средним слоем.	200	0,05	$0,54 \times 10^6$
3.2		Тип № 5	Средний слой имеет поперечное раз- деление на отдельные фрагменты, облицовки склеены со средним слоем через слой акустического разобщения.	125	0,058	$0,25 \times 10^6$
3.3		Тип № 6	Средний слой имеет поперечное раз- деление на отдельные фрагменты, с пазогребневым соединением (облицовки склеены со средним слоем вразбежку).	100	0,05	$0,14 \times 10^6$
3.4		Тип № 7	Средний слой имеет поперечное раз- деление на отдельные фрагменты, с пазогребневым соединением (облицовки склеены со средним слоем через слой акустического разобщения вразбежку).	80	0,058	$0,1 \times 10^6$



Рис. 5. Частотные характеристики звукоизоляции сэндвич-панелей ($a \times b = 2,0 \times 1,2$ м; облицовки из гипсоволокнистых листов, $h_1 = 12,5$ мм; средний слой из жесткой минеральной ваты, $\rho_2 = 110$ кг/м³, $h_2 = 50$ мм; общая толщина ограждений 75 мм): 1 – ограждение-аналог: средний слой без разделения, облицовки склеены со средним слоем (тип № 1); 2 – средний слой имеет поперечное разделение на отдельные фрагменты, с пазогребневым соединением (тип № 6)

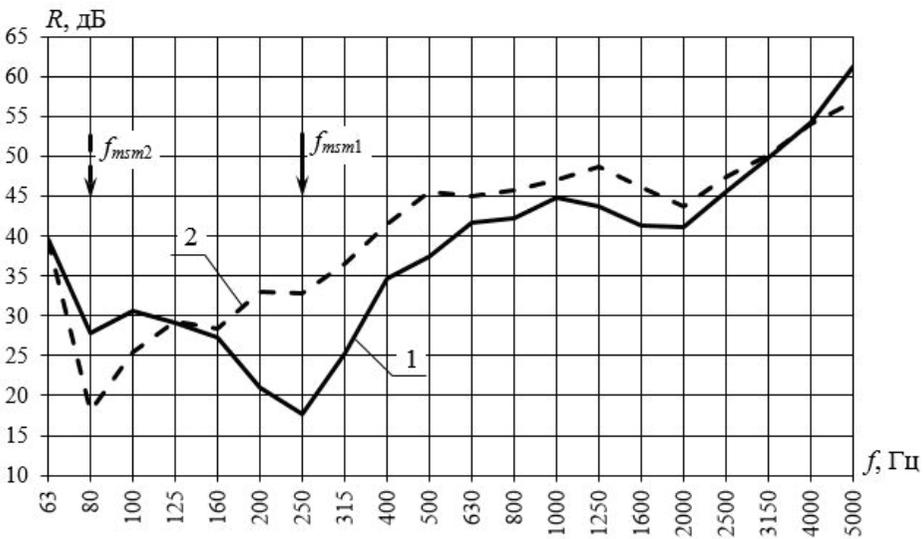


Рис. 6. Частотные характеристики звукоизоляции сэндвич-панелей ($a \times b = 2,0 \times 1,2$ м; облицовки из цементно-стружечных плит, $h_1 = 16$ мм; средний слой из жесткой минеральной ваты, $\rho_2 = 110$ кг/м³, $h_2 = 50$ мм; общая толщина ограждений 82 мм): 1 – ограждение-аналог: средний слой без разделения, облицовки склеены со средним слоем (тип № 1); 2 – средний слой имеет поперечное разделение на отдельные фрагменты, с пазогребневым соединением (тип № 6)

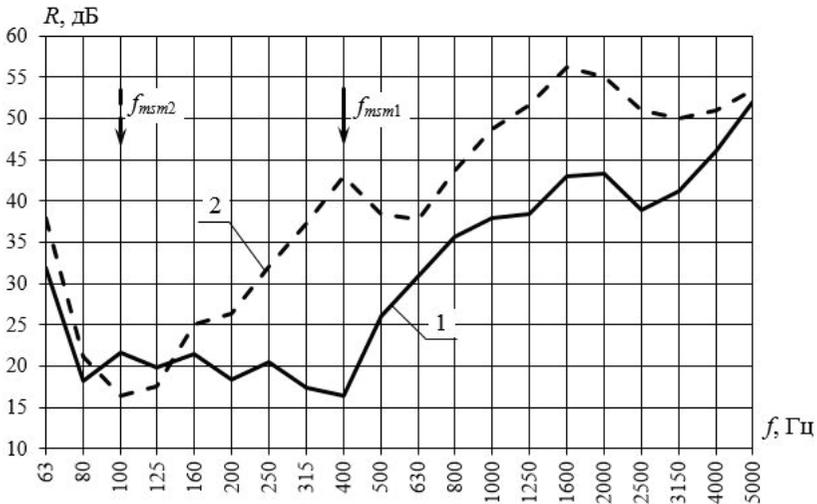


Рис. 7. Частотные характеристики звукоизоляции сэндвич-панелей ($a \times b = 2,0 \times 1,2$ м; облицовки из ориентированно-стружечных плит, $h_1 = 12$ мм; средний слой из жесткой минеральной ваты, $\rho_2 = 110$ кг/м³, $h_2 = 50$ мм; общая толщина ограждений 74 мм): 1 – ограждение-аналог: средний слой без разделения, облицовки склеены со средним слоем (тип № 1); 2 – средний слой имеет поперечное разделение на отдельные фрагменты, с пазогребневым соединением (тип № 6)

По результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1) уменьшение модуля упругости материала среднего слоя является наиболее эффективным способом повышения звукоизоляции сэндвич-панелей. Данный способ обеспечивает снижение резонансного прохождения звука и инерционного прохождения звука через ограждение. При этом выполняются требования по рациональности новых конструктивных решений – повышение звукоизоляции сэндвич-панелей обеспечивается без увеличения массы и толщины ограждений по сравнению с ограждением-аналогом;

2) применение пазогребневого соединения среднего слоя является наиболее эффективным способом повышения звукоизоляции сэндвич-панелей. Он обеспечивает значительное повышение звукоизоляции по сравнению с ограждением-аналогом – до 25 дБ на отдельных частотах. Повышение звукоизоляции обеспечивается в широком диапазоне средних и высоких частот (160–5 000 Гц). Данный результат вызван значительным смещением резонансной частоты системы «масса-упругость-масса» в диапазон более низких частот (на 1–2 октавы). Смещение резонансной частоты системы «масса-упругость-масса» в диапазон более низких частот приводит к снижению звукоизоляции в узком диапазоне низких и средних частот (80–125 Гц) – на величины до 10 дБ на отдельных частотах;

3) разработанный новый тип бескаркасных сэндвич-панелей с пазогребневым соединением среднего слоя [15] может применяться в качестве звукоизолирующих перегородок между помещениями жилых, общественных и промышленных зданий. Эффективность подтверждена путем экспериментальных измерений звукоизоляции сэндвич-панелей с облицовками из трех различных материалов.

Исследования выполнены при поддержке Российского научного фонда (Грант 21-19-00813).



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kurtze, G. Bending wave propagation in multilayer plates / G. Kurtze // Journal of the Acoustical Society of America. – 1959. – Vol. 31, № 9. – P. 1183–1201.
2. Dym C. L., Lang M. A. Transmission of sound through sandwich panels / C. L. Dym, M. A. Lang // Journal of the Acoustical Society of America. – 1974. – Vol. 56, № 5. – P. 1525–1532.
3. Юлин, В. И. Исследование колебаний трехслойных пластин с жестким заполнителем / В. И. Юлин. – Текст : непосредственный // Исследования в области строительства : труды / Горьковский инженерно-строительный институт имени В. П. Чкалова. – Горький, 1973. – Вып. 64, ч. 2. – С. 43–47.
4. Юлин, В. И. О возможностях управления граничной частотой трехслойной пластины / В. И. Юлин. – Текст : непосредственный // Звукоизоляция конструкций зданий строительства : труды / Горьковский инженерно-строительный институт имени В. П. Чкалова. – Горький, 1974. – Вып. 71. – С. 11–16.
5. Седов, М. С. Расчет звукоизоляции облегченных ограждающих конструкций : учебное пособие / М. С. Седов, В. И. Юлин, А. А. Кочкин. – Горький : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 1985. – 55 с. – Текст : непосредственный.
6. Moore, J. A. Sound transmission loss characteristics of sandwich panel constructions / J. A. Moore, R. H. Lyon // Journal of Acoustical Society of America. – 1991. – Vol. 89. – P. 777–791.
7. Bolton, J. S. Sound transmission through multi-panel structures lined with elastic porous material / J. S. Bolton, N. M. Shlau, Y. J. Kang // Journal of Sound and Vibration. – 1996. – Vol. 191, № 3. – P. 317–347.
8. Dijckmans A. Optimization of the acoustic performances of lightweight sandwich roof elements / A. Dijckmans, G. Vermeir // Inter-noise-2009 : proceedings. – Ottawa, Canada, 2009, august 23-26. – P. 46–52.
9. Заборов, В. И. О звукоизоляции трехслойными конструкциями / В. И. Заборов, Л. Н. Клячко, И. И. Новиков // Акустический журнал. – 1984. – Том XXX, вып. 4. – С. 482–485.
10. Кочкин, А. А. О проектировании звукоизоляции легких ограждений с промежуточным вибродемпфирующим слоем / А. А. Кочкин // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 191–193.
11. Кочкин, А. А. Проектирование звукоизоляции слоистых вибродемпфированных панелей на основе гипсоволокнистых листов / А. А. Кочкин. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2011. – Т. 1, № 3. – С. 93–96.
12. Wawrzynowicz, A. Experiments and FE analyses on airborne sound properties of composite structural insulated panels / A. Wawrzynowicz, M. Krzaczek, J. Tejchman // Archives of acoustics. – 2014. – Vol. 39, № 3. – P. 351–364.
13. Liu, Y. Effects of external and air gap flows on sound transmission through finite clamped double-panel sandwich structures / Y. Liu, J.-C. Catalan // Composite Structures. – 2018. – Vol. 203. – P. 286–299.
14. Experimental study of sound insulation in multilayer enclosing structures / V. N. Bobylyov, V. A. Tishkov, D. V. Monich [et al.] // Noise Control Engineering Journal. – 2014. – Vol. 62, № 5. – P. 354–359.
15. Патент № 202308 Российская Федерация. Бескаркасная панель для бескаркасного звукоизолирующего ограждения : заявл. 26.05.2020 : опубл. 11.02.2021 / Бобылев В. Н., Гребнев П. А., Ерофеев В. И., Кузьмин Д. С., Монич Д. В. – Текст : непосредственный.
16. Патент № 153758 Российская Федерация. Звукоизолирующее ограждение : заявл. 05.06.2014 : опубл. 06.07.2015 / Бобылев В. Н., Гребнев П. А., Монич Д. В., Тишков В. А. ; Акустик Групп Маркетинг. – Текст : непосредственный.
17. Патент № 171102 Российская Федерация. Звукоизолирующее ограждение пониженной пожарной опасности : заявл. 08.06.2016 : опубл. 22.05.2017 / Бобылев В. Н., Гребнев П. А., Монич Д. В., Тишков В. А., Печников А. В., Печников М. А. – Текст : непосредственный.
18. Седов, М. С. Звукоизоляция / М. С. Седов. – Текст : непосредственный // Техническая акустика транспортных машин : справочник / под редакцией Н. И. Иванова. –



1992. – Гл. 4. – С. 68–106.

19. Монич, Д. В. Звукоизоляция многослойных легких ограждающих конструкций зданий / Д. В. Монич. – Текст : непосредственный // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : материалы VII международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта / Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов, 2020. – С. 232–239. – ISBN 978-5-6043764-3-0.

20. Гребнев, П. А. Звукоизоляция ограждающих конструкций зданий из сэндвич-панелей : 05.23.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Гребнев Павел Алексеевич ; Место защиты : Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук. – Москва, 2016. – 186 с. – Текст : непосредственный.

21. Звукоизоляция бескаркасных сэндвич-панелей с пазогребневым соединением среднего слоя / В. Н. Бобылев, П. А. Гребнев, В. И. Ерофеев, Д. С. Кузьмин, Д. В. Монич. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 3. – С. 9–18.

BOBYLYOV Vladimir Nikolaevich¹, corresponding member of RAACS, professor, head of the chair of architecture; EROFEEV Vladimir Ivanovich², doctor of physical and mathematical sciences, professor, director; MONICH Dmitry Viktorovich¹, candidate of technical science, professor of the chair of architecture; GREBNEV Pavel Alekseevich¹, candidate of technical science, associate professor of the chair of architecture; KUZMIN Denis Sergeevich¹, senior teacher of the chair of architecture, postgraduate student

WAYS TO INCREASE SOUND INSULATION OF FRAMELESS SANDWICH PANELS

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57;
e-mail: dmitriy.monich@mail.ru

²Mechanical 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;
e-mail: erof.vi@yandex.ru

Key words: sound insulation, ways to increase sound insulation, frameless sandwich panels, groove-type connection of the middle layer.

The results of theoretical and experimental studies of sound insulation of new types of frameless sandwich panels for use in civil and industrial buildings are presented. It was found, that the most effective way to increase sound insulation of sandwich panels is to reduce the elastic modulus of the middle layer material. The frequency characteristics of the sound insulation of sandwich panels with claddings of three different materials are given. The efficiency of the use of the groove-type connection of the middle layer to increase sound insulation of sandwich panels in the normalized frequency range is shown.

REFERENCES

1. Kurtze G. Bending wave propagation in multilayer plates. Journal of the Acoustical Society of America. 1959. Vol. 31, № 9. P. 1183–1201.
2. Dym C. L., Lang M. A. Transmission of sound through sandwich panels. Journal of the Acoustical Society of America. 1974. Vol. 56, № 5. P. 1525–1532.
3. Yulin V. I. Issledovanie kolebaniy tryokhsloynnykh plastin s zhyostkim zapolnitelem



[Study of oscillations of three-layer plates with rigid aggregate]. Issledovaniya v oblasti stroitelstva: Trudy GISI im. V. P. Chkalova [Research in the field of construction: Proceedings of the GISI named after V. P. Chkalov]. Gorky, 1973. Vyp. 64. Ch. 2. P. 43–47.

4. Yulin V. I. O vozmozhnyakh upravleniya granichnoy chastotoy tryokhsloynoy plastiny [On the possibilities of controlling the boundary frequency of a three-layer plate]. Zvukoizolyatsiya konstruksiy zdaniy: Trudy GISI im. V. P. Chkalova [Sound insulation of building structures: Proceedings of the GISI named after V. P. Chkalov]. Gorky, 1974. Vyp. 71. P. 11–16.

5. Sedov M. S., Yulin V. I., Kochkin A. A. Raschyot zvukoizolyatsii oblegchyonnykh ograzhdayuschikh konstruksiy [Calculation of sound insulation of lightweight walling]. Uchebnoe posobie. Gorky: NNGU im. N. I. Lobachevskogo, 1985, 55 p.

6. Moore J. A., Lyon R.H. Sound transmission loss characteristics of sandwich panel constructions. Journal of Acoustical Society of America, Vol. 89, 1991. P. 777–791.

7. Bolton J. S., Shlau N. M., Kang Y. J. Sound transmission through multi-panel structures lined with elastic porous material. Journal of Sound and Vibration, Vol. 191, № 3, 1996. P. 317–347.

8. Dijkmans A., Vermeir G. Optimization of the acoustic performances of lightweight sandwich roof elements. Proceedings of «INTER-NOISE-2009», Ottawa, Canada. 2009, August 23–26. P. 46–52.

9. Zaborov V. I., Klyachko L. N., Novikov I. I. O zvukoizolyatsii tryokhsloynymi konstruksiyami [Sound insulation of three-layer structures]. Akusticheskiy zhurnal [Acoustic journal]. Tom XXX, Vyp. 4. P. P. 482–485.

10. Kochkin A. A. O proektirovanii zvukoizolyatsii lyogkikh ograzhdeniy s promezhutochnym vibrodempfiruyuschim sloem [On the design of sound insulation of light fences with an intermediate vibration damping layer]. Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and construction]. 2010, № 3. P. 191–193.

11. Kochkin A. A. Proektirovanie zvukoizolyatsii sloistykh vibrodempfirovannykh paneley na osnove gipsovolochnistykh listov [Design of sound insulation of layered vibration-damped panels based on gypsum-fiber sheets], Vestnik MGSU. 2011, Tom 1, № 3. P. 93–96.

12. Wawrzynowicz A., Krzaczek M., Tejchman J. Experiments and FE analyses on airborne sound properties of composite structural insulated panels. Archives of acoustics. Vol. 39, № 3, 2014. P. 351–364.

13. Liu Y., Catalan J.-C. Effects of external and air gap flows on sound transmission through finite clamped double-panel sandwich structures. Composite Structures. Vol. 203, 2018. P. 286–299.

14. Boblyyov V. N., Tishkov V. A., Monich D. V., Dymchenko V. V., Grebnev P. A. Experimental study of sound insulation in multilayer enclosing structures, Noise Control Engineering Journal. 2014. Vol. 62, № 5. P. 354–359.

15. Boblyyov V. N., Grebnev P. A., Erofeev V. I., Kuzmin D. S., Monich D. V. Beskarkasnaya panel dlya beskarkasnogo zvukoizoliruyushego ograzhdeniya [Frameless panel for frameless sound insulating enclosure]. Patent na poleznyuyu model Rossiyskoy Federatsii № 202308. Zayavl. 26.05.2020, opubl. 11.02.2021.

16. Boblyyov V. N., Grebnev P. A., Monich D. V., Tishkov V. A. Zvukoizoliruyushee ograzhdenie [Sound insulating enclosure]. Patent na poleznyuyu model Rossiyskoy Federatsii №153758. Zayavl. 05.06.2014, opubl. 06.07.2015. Akustik Grupp Marketing.

17. Boblyyov V. N., Grebnev P. A., Monich D. V., Tishkov V. A., Pechnikov A. V., Pechnikov M. A. Zvukoizoliruyushee ograzhdenie ponizhennoy pozharnoy opasnosti [Reduced fire hazard sound insulating enclosure]. Patent na poleznyuyu model Rossiyskoy Federatsii № 171102. Zayavl 08.06.2016., opubl. 22.05.2017.

18. Sedov M. S. Zvukoizolyatsiya [Sound insulation]. Tekhnicheskaya akustika transportnykh mashin [Noise and vibration control in vehicles]: spravochnik, pod red. N. I. Ivanova. 1992. Ch. 4. P. 68–106.

19. Monich D. V. Zvukoizolyatsiya mnogoslonykh lyogkikh ograzhdayuschikh konstruksiy zdaniy [Sound insulation of multilayer lightweight building enclosures]. Ustoychivoe razvitie regiona: arkhitektura, stroitelstvo, transport [Sustainable development of the region: architecture, construction, transport]: Materialy VII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy



konferentsii Instituta arkhitektury, stroitelstva i transporta. Tambovskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet. – Tambov, 2020. P. 232–239. ISBN 978-5-6043764-3-0.

20. Grebnev P. A. Zvukoizolyatsiya ograzhdayuschikh konstruksiy zdaniy iz sendvich-paneley [Sound insulation of building enclosures made of sandwich panels]. 05.23.01: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk. Nauchno-issledovatel'skiy institut stroitel'noy fiziki Ross. akademii arkhitektury i stroit. nauk. Moscow, 2016, 186 p.

21. Bobylyov V. N., Grebnev P. A., Erofeev V. I., Kuzmin D. S., Monich D. V. Zvukoizolyatsiya beskarkasnykh sendvich-paneley s pazogrebnevym soedineniem srednego sloya [Sound insulation of frameless sandwich panels with groove-type connection of the middle layer]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2020. № 3 – P. 9–18.

© В. Н. Бобылев, В. И. Ерофеев, Д. В. Монич, П. А. Гребнев, Д. С. Кузьмин, 2021
Получено: 10.04.2021 г.

УДК 699.844

В. В. ДЫМЧЕНКО, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ НА ЗВУКОИЗОЛЯЦИЮ КАРКАСНО-ОБШИВНЫХ ПЕРЕГОРОДОК В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

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

Ключевые слова: звукоизоляция, каркасно-обшивная перегородка, стоечный профиль.

Представлены результаты натуральных экспериментальных исследований звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок с одинарным каркасом с применением стоечных профилей сигма-образного поперечного сечения. Установлено, что изменение геометрических характеристик стоечных профилей позволяет повышать звукоизоляцию каркасно-обшивных перегородок без увеличения массы.

Существующие в настоящее время конструктивные решения каркасно-обшивных перегородок с одинарным каркасом обеспечивают требуемую звукоизоляцию, как правило, за счет увеличения массы (увеличение количества обшивок) или увеличения толщины. Это приводит к повышению материалоемкости строительства, усложнению конструкции перегородок и повышению трудоемкости их возведения. Одним из способов повышения звукоизоляции данного типа ограждений является применение многослойных облицовок с вибродемпфирующими слоями [1]. Теория самосогласования волновых полей [2] позволяет исследовать способы снижения резонансного прохождения звука через ограждения за счет использования внутренних резервов, т. е. без увеличения массы и толщины.

Из экспериментов различных исследователей известно, что стоечные профили каркасно-обшивной перегородки снижают ее звукоизоляцию в широком диапазоне частот по сравнению с двухслойным ограждением без связей между обшивками [3, 4]. На кафедре архитектуры ННГАСУ проведены теоретические и экспериментальные исследования данного вопроса [5, 6], разработан метод расчета звукоизо-

ляции каркасно-обшивных перегородок с одинарным каркасом, который позволяет учитывать жесткостные параметры стоечных профилей каркаса [7]. Влияние данных элементов на прохождение звука через каркасно-обшивную перегородку можно условно разделить на две составляющие: 1) непосредственная передача звуковых колебаний от одной обшивки к другой (звуковой мостик) [4]; 2) изменение жесткостных параметров ограждения в целом.

В рамках данного исследования было рассмотрено два типа стоечных профилей каркаса, имеющих различную форму при одинаковой высоте поперечного сечения (см. рис. 1).

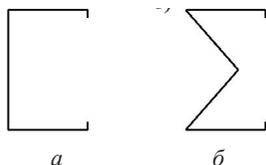


Рис. 1. Типы исследованных стоечных профилей каркаса (показаны формы поперечных сечений): *a* – стандартный профиль (С-образный); *б* – сигма-образный профиль

В работе [6] были представлены и обсуждены результаты численного моделирования каркасно-обшивных перегородок с вышеуказанными типами стоечных профилей каркаса. Для данных перегородок получены значения приведенной жесткости ($D_{пр}$, Па·м³) и значения параметра $\mu/D_{пр}$, где $\mu = \mu_1 + \mu_2$ – суммарная поверхностная плотность обшивок, кг/м². Данные значения также приведены в таблице ниже.

Величины параметра $\mu/D_{пр}$ для перегородок с различными типами стоечных профилей

Материал обшивки	Тип стоечного профиля каркаса	
	С-образный	Сигма-образный
ГВЛ, толщина 12,5 мм	0,42	0,495

Установлено, что коэффициент резонансного прохождения звука имеет обратно пропорциональную зависимость от параметра $\mu/D_{пр}$. Таким образом, для снижения резонансного прохождения звука через перегородку необходимо применять стоечные профили каркаса, обеспечивающие большие значения параметра $\mu/D_{пр}$ по сравнению с аналогами [8]. Данный вывод был подтвержден в серии лабораторных экспериментальных исследований, в реверберационных акустических камерах ННГАСУ [5, 6]. Для целей практического применения каркасно-обшивных перегородок с сигма-образными стоечными профилями каркаса также необходимо подтверждение результатов в натуральных условиях при наличии косвенных путей передачи звука.

Натурные экспериментальные исследования были проведены в помещениях строящегося жилого дома в микрорайоне «Цветы» в г. Нижний Новгород. Схема расположения исследуемых перегородок показана на рис. 2.

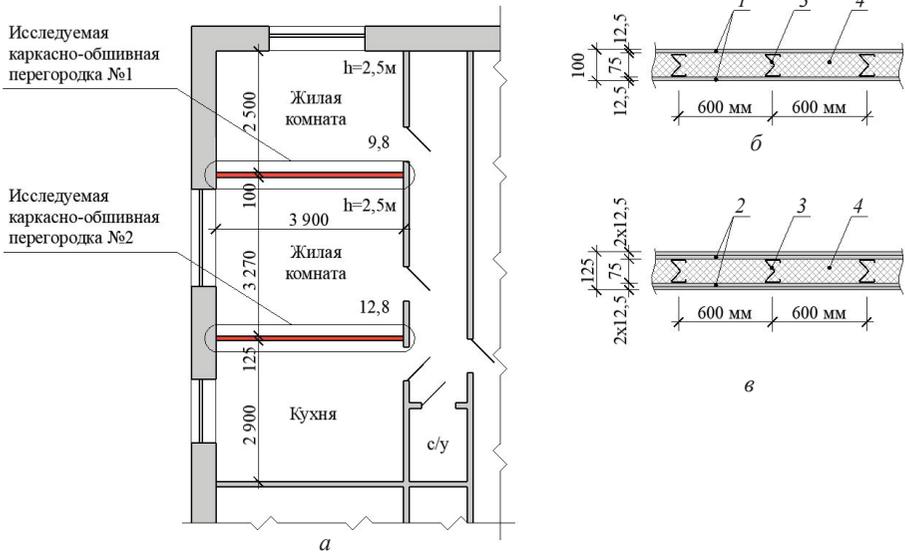


Рис. 2. Схема проведения натуральных исследований звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок: *а* – фрагмент плана здания на отм. 0,000, схема размещения исследуемых перегородок; *б* – схема перегородки с однослойными обшивками; *в* – схема перегородки с двухслойными обшивками; *1* – однослойные обшивки из ГВЛ толщиной по 12,5 мм, *2* – двухслойные обшивки из двух листов ГВЛ толщиной по 12,5 мм, *3* – сигма-образный стоечный профиль каркаса; *4* – звукопоглощающий материал

На первом этапе эксперимента исследовалась звукоизоляция каркасно-обшивных перегородок с применением С-образных стоечных профилей, с однослойными обшивками (по одному листу ГВЛ толщиной 12,5 мм с каждой стороны) и с двухслойными обшивками (по два листа ГВЛ толщиной по 12,5 мм с каждой стороны). На втором этапе эксперимента исследовалась звукоизоляция каркасно-обшивных перегородок с применением сигма-образных стоечных профилей каркаса при прочих равных условиях:

- высота сечения стоечных профилей каркаса – 75 мм;
- тип стоечного профиля каркаса – сигма-образный;
- внутренний промежуток между обшивками полностью заполнен звукопоглощающим материалом (минераловатные маты плотностью 30 кг/м³).

Результаты натуральных измерений звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок с однослойными и двухслойными обшивками представлены на рис. 3, 4, соответственно. На данных рисунках использованы следующие обозначения: $f_{\Gamma_{мл0}}$ – граничная частота области неполных пространственных резонансов (НПР); $f_{\Gamma_{мл}}$ – граничная частота области полных пространственных резонансов (ППР); $f_{\Gamma}^{\text{КОП}}$ – граничная частота, разделяющая область 1 и область 2, характеризующиеся различными схемами прохождения звука через каркасно-обшивные перегородки (КОП) [7].

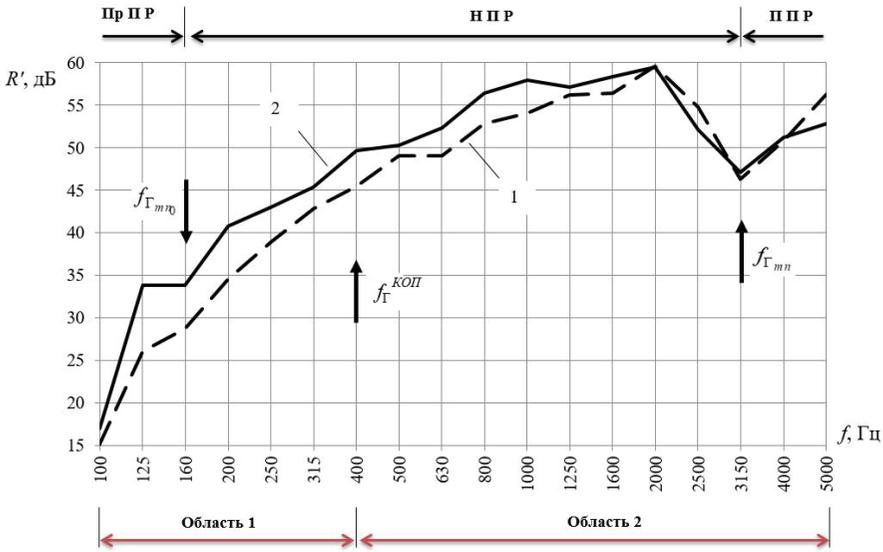


Рис. 3. Сравнение частотных характеристик звукоизоляции ограждений (размер образцов $3,9 \times 2,5$ м), воздушный промежуток 75 мм заполнен звукопоглощающим материалом: 1 – каркасно-обшивная перегородка на С-образных стоечных профилях каркаса с однослойными обшивками из ГВЛ толщиной по 12,5 мм с каждой стороны; 2 – каркасно-обшивная перегородка на сигма-образных стоечных профилях каркаса с однослойными обшивками из ГВЛ толщиной по 12,5 мм с каждой стороны

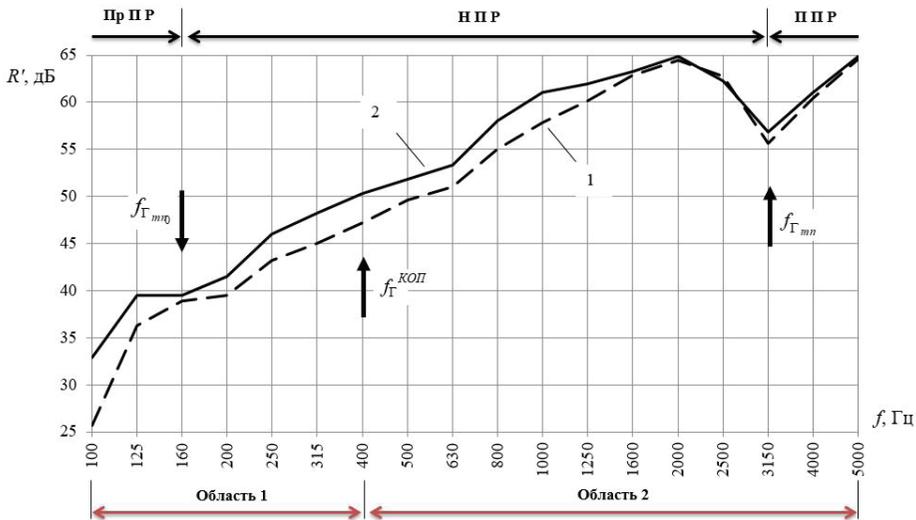


Рис. 4. Сравнение частотных характеристик звукоизоляции ограждений (размер образцов $3,9 \times 2,5$ м), воздушный промежуток 75 мм заполнен звукопоглощающим материалом: 1 – каркасно-обшивная перегородка на С-образных стоечных профилях каркаса с двухслойными обшивками из двух листов ГВЛ толщиной по $2 \times 12,5$ мм с каждой стороны; 2 – каркасно-обшивная перегородка на сигма-образных стоечных профилях каркаса с двухслойными обшивками из двух листов ГВЛ толщиной по $2 \times 12,5$ мм с каждой стороны



Анализируя полученные графики, можно видеть, что разработанные новые типы каркасно-обшивных перегородок с сигма-образными стоечными профилями каркаса имеют существенно большую звукоизоляцию, чем каркасно-обшивные перегородки с применением С-образных стоечных профилей каркаса (на 1-8 дБ) в широком диапазоне частот. Индексы изоляции воздушного шума для данных типов перегородок составляют:

- перегородка с однослойными обшивками, с применением С-образных стоечных профилей каркаса: $R'_w = 46$ дБ;
- перегородка с однослойными обшивками, с применением сигма-образных стоечных профилей каркаса: $R'_w = 50$ дБ;
- перегородка с двухслойными обшивками, с применением С-образных стоечных профилей каркаса: $R'_w = 52$ дБ;
- перегородка с двухслойными обшивками, с применением сигма-образных стоечных профилей каркаса: $R'_w = 54$ дБ.

Таким образом, натурные экспериментальные исследования подтвердили результаты теоретических исследований звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок с одинарным каркасом [7] и результаты лабораторных экспериментальных исследований [5, 6]. Разработанные новые типы перегородок с сигма-образными стоечными профилями каркаса обеспечивают повышенные значения звукоизоляции по сравнению с аналогами без увеличения массы и толщины за счет использования внутренних резервов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочкин, А. А. О прохождении и излучении звука в слоистых вибродемпфированных элементах непосредственный / А. А. Кочкин, И. Л. Шубин, Н. А. Кочкин. – Текст : непосредственный // Строительство и реконструкция. – 2016. – С. 119–125.
2. Седов, М. С. Звукоизоляция / М. С. Седов. – Текст : непосредственный // Техническая акустика транспортных машин: справочник / под редакцией Н. И. Иванова. – Санкт-Петербург, 1992. – Гл. 4. – С. 68–106.
3. Sound transmission through lightweight double-leaf partitions: theoretical modelling / J. Wang, T. J. Lu, J. Woodhouse, R. S. Langley, J. Evans // *J. Sound Vib.* – 2005. – V. 286. – P. 817–847.
4. Боголепов, И. И. Увеличение звукоизоляции двустенных конструкций за счет применения звукоизолирующих мостиков / И. И. Боголепов // *Инженерно-строительный журнал.* – 2009. – № 2. – С. 46–53.
5. Experimental study of sound insulation in multilayer building partitions / V. N. Bobylyov, V. A. Tishkov, D. V. Monich, V. V. Dymchenko, P. A. Grebnev // *Noise Control Engineering Journal.* – 2014. – № 62 (5). – P. 354–359.
6. Бобылев, В. Н. Численное моделирование звукоизолирующих каркасно-обшивных перегородок с различными типами стоечных профилей / В. Н. Бобылев, В. В. Дымченко, Д. В. Монич, П. А. Хазов // *Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет.* – Нижний Новгород, 2018. – № 1. – С. 20–24.
7. Дымченко, В. В. Метод расчета звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок с одинарным каркасом / В. В. Дымченко // *Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет.* – Нижний Новгород, 2018. – № 4. – С. 29–34.
8. Дымченко, В. В. Звукоизоляция каркасно-обшивных перегородок с одинарным каркасом : 05.23.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дымченко Владимир Викторович ; Место защиты : Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук. – Москва, 2019. – 168 с.



DYMCHENKO Vladimir Viktorovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF ELEMENTS ON SOUND INSULATION OF FRAME PARTITIONS IN NATURAL CONDITIONS

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

Key words: sound insulation, frame partition, rack profile type.

The article presents the results of field experimental studies of sound insulation of frame-sheathing partitions with a single frame using rack-mount profiles of sigma-shaped cross-section. It was proved that the change in the geometric characteristics of the rack-mount profiles makes it possible to increase the sound insulation of frame-sheathing partitions without increasing the mass.

REFERENCES

1. Kochkin A. A., Shubin I. L., Kochkin N. A. O prokhozhenii i izluchenii zvuka v sloistyykh vibrodempirovannykh elementakh [The passage and emission of sound in layered vibration-damped elements] / Stroitelstvo i rekonstruktsiya [Construction and reconstruction]. – 2016. – P. 119–125.
2. Sedov M. S. Zvukoizolyatsiya / Tekhnicheskaya akustika transportnykh mashin [Soundproofing / Technical acoustics of transport vehicles]: spravochnik / pod red. N. I. Ivanova. Saint-Petersburg, 1992. Ch 4. P. 68–106.
3. Wang J., Lu T. J., Woodhouse J., Langley R. S., Evans J. Sound transmission through lightweight double-leaf partitions: theoretical modelling / J. Wang, T. J. Lu, J. Woodhouse, R. S. Langley, J. Evans // J. Sound Vib., 2005. V. 286. P. 817–847.
4. Bogolepov I. I. Uvelichenie zvukoizolyatsii dvustennykh konstruksiy za schyot primeneniya zvukoizoliruyuschikh mostikov [The increase in sound insulation of double-walled structures due to the use of soundproof bridges] // Inzhenerno-stroitelny zhurnal [Civil Engineering Journal]. 2009. № 2. – P. 46–53.
5. Boblyov V. N., Tishkov V. A., Monich D. V., Dymchenko V. V., Grebnev P. A. Experimental study of sound insulation in multilayer building partitions / Noise Control Engineering Journal. – 2014. – 62 (5). – P. 354–359.
6. Boblyov V. N., Dymchenko V. V., Monich D. V., Khazov P. A. Chislennoe modelirovanie zvukoizoliruyuschikh karkasno-obshivnykh peregorodok s razlichnymi tipami stoechnykh profily [Numerical simulation of sound-insulating framed partitions with various types of frame profiles] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2018. – № 1. – P. 20–24.
7. Dymchenko V. V. Metod raschyota zvukoizolyatsii karkasno-obshivnykh peregorodok s odinarnym karkasom [Method of calculating sound insulation of frame lightweight partitions with a single frame] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2018. – № 4. – P. 29–34.
8. Dymchenko V. V. Zvukoizolyatsiya karkasno-obshivnykh peregorodok s odinarnym karkasom [Sound insulation of frame sheathing partitions with a single frame]: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk / Nauchno-issledov. in-t stroit. fiziki RAASN. – Moscow, 2019. – 168 p.

© В. В. Дымченко, 2021

Получено: 10.04.2021 г.



УДК 69.059.28 (470.341-25)

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

УСИЛЕНИЕ ДЕФОРМИРУЮЩЕЙСЯ КИРПИЧНОЙ ОБЛИЦОВКИ ТРЕХСЛОЙНЫХ СТЕН 16-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

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

Ключевые слова: трехслойные наружные стены, кирпичная облицовка, деформации, разрушение, усиление.

Приведены результаты обследований и усиления деформирующейся кирпичной облицовки трехслойных наружных стен 16-этажного жилого дома, построенного в Нижнем Новгороде.

Разработка трехслойных конструкций наружных стен зданий, в которых предусматривалось использование эффективных утеплителей в качестве среднего слоя между несущей или самонесущей стеной из кирпича, керамзитобетонных или газобетонных блоков и защитно-декоративной облицовкой из кирпича или других мелкоштучных материалов, была стимулирована Постановлением Минстроя РФ от 11.08.95 №18-81 о принятии изменения № 3 строительных норм и правил СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника», в соответствии с которым новое строительство, реконструкция, модернизация и капитальный ремонт должны осуществляться в соответствии с повышенными требованиями к теплозащите ограждающих конструкций зданий, а также решением Госстроя Российской Федерации о поэтапном переходе на ограждающие конструкции, обладающие повышенным сопротивлением теплопередаче.

Благодаря таким преимуществам, как сравнительно небольшая толщина и, следовательно, меньший вес конструкций, а также высокая тепловая эффективность, применение фасадных систем с кирпичной облицовкой получило широкое распространение, которое с конца 90-х годов прошлого века постоянно наращивалось.

Вместе с тем с течением времени в 3-слойных стеновых системах стали происходить деформации, разрушения и обрушения различных по площади фрагментов кирпичной облицовки. Так, в результате обследований, проводившихся в Москве и в Подмоскovie фасадов жилых домов, возведенных с применением технологии трехслойной кладки, были выявлены сотни зданий с серьезными дефектами лицевого слоя. Такого же рода проблемы возникли в Санкт-Петербурге, Казани и других российских городах, не являясь исключением и Нижний Новгород.

Не случайно поэтому в 2008 году появилось «Распоряжение Минмосoblстроя от 23.05.2008 № 18 «О применении трехслойных стеновых ограждающих конструкций», запрещающее проектирование на территории Московской области зданий и сооружений по технологии трехслойных конструкций с внутренним слоем из плитного эффективного утеплителя и лицевым слоем из кирпичной кладки, а следом за ним появилось «Распоряжение Правительства Москвы от 6 апреля 2009 г. № 587-РП «О запрете применения на объектах государственного

заказа города Москвы многопустотного кирпича в качестве облицовки слоистых стеновых ограждающих конструкций зданий». В том же 2009 году было издано «Распоряжение кабинета министров Татарстана РТ № 362-р от 30.03.2009» с рекомендацией не применять трехслойные ограждающие конструкции в многоэтажном строительстве. Несмотря на запреты использование 3-слойных стеновых конструкций продолжается, и поэтому с течением времени количество проблемных домов может существенно возрасти.

Разрушения кирпичной облицовки наружных стен происходят из-за ошибок, допускаемых как в проектных решениях, так и в процессе строительства, проявляющихся в виде: 1) образования в облицовке вертикальных трещин; 2) выпучивания облицовки из вертикальной плоскости; 3) разрушения и выпадения отдельных кирпичей; 4) обрушения как отдельных фрагментов облицовки, так и всего облицовочного слоя стен в целом. При этом в некоторых случаях разрушения облицовки, начинающиеся уже на стадии строительства, продолжаются в течение нескольких лет эксплуатации зданий [1–4].

Рассмотрим один из примеров разрушения кирпичной облицовки, взятый из практики обследований зданий в Нижнем Новгороде, выполненных авторами настоящей статьи.

П-образный в плане 16-этажный жилой дом с подвалом, состоящий из 8 секций, отделенных друг от друга температурными деформационными швами, опирается на фундаменты из забивных призматических железобетонных свай длиной 7 и 9 м с ленточными монолитными ростверками, замкнутыми по контуру капитальных стен, передающие нагрузку от здания на грунтовое основание, сложенное песками мелкими, плотными, насыщенными водой (рис. 1 и рис. 1–3 цв. вклейки). Наружные стены здания кирпичные, трехслойные. Междуэтажные перекрытия и покрытие в здании из панелей с круглыми пустотами, толщиной 220 мм.

Наружные стены дома кирпичные, трехслойные. Торцовые стены, расположенные в осях «А/1-2» и «А/8-9», без оконных и дверных проемов. Несущая часть стен выполнена из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе с армированием. Толщина несущей части стены 510 мм в пределах первых 12 этажей и 380 мм с 13-го по 16-й этаж. В угловых сопряжениях наружных стен облицовка выполнена с вертикальными деформационными швами (рис. 4 цв. вклейки). Утеплитель фундаментных стен из экструдированного пенополистирола «Руфмейт» толщиной 50 мм, утеплитель наружных стен надземной части здания в пределах первых 12 этажей (до отм. 39,890) – минераловатные плиты «Кавити Баттс» толщиной 130 мм; выше отм. 38,890 (13–16-й этажи) – толщиной 150 мм.

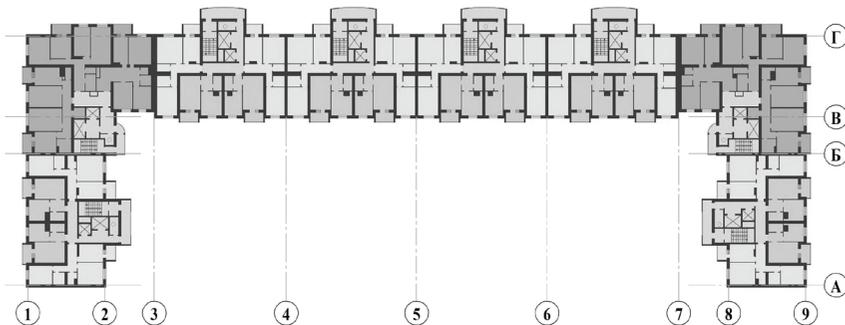


Рис. 1. План типового этажа 16-этажного жилого дома в Нижнем Новгороде



Проектом жилого дома предусматривалось:

1. Опирающие облицовки из щелевого керамического кирпича на горизонтальные металлические опорные пояса, выполненные из стального уголка 100×100×8 мм, смонтированные в уровне междуэтажных перекрытий через каждые 2 этажа.

2. Крепление облицовки к несущей части стен до отм. 30,000 стеклопластиковыми связями, располагающимися в шахматном порядке с шагом 600 мм по высоте и с шагом 500 мм по горизонтали, а выше отметки 30,000 – с шагом связей по высоте равным 300 мм.

3. Устройство между облицовочным слоем и утеплителем воздушной прослойки, вентиляция которой должна осуществляться через вентиляционные щели, располагающиеся в нескольких уровнях по высоте стены, для образования которых каждый второй вертикальный шов в рядах кирпичной кладки не заполняется кладочным раствором.

Армирование кирпичной облицовки горизонтальными сетками в проекте не предусматривалось.

Целью выполненных авторами обследований было выяснение причины деформации наружных торцовых стен здания, расположенных в осях «А/1-2» и «А/8-9», и образования в них трещин.

По предположению заказчика обследований причиной деформации и разрушения стен были совместные неравномерные осадки грунтового основания и опирающегося на него здания. Однако при обследовании стен трещин в их несущей части не было обнаружено, как не было обнаружено и каких-либо повреждений, прогибов, выгибов, а также смещений из проектного положения опирающихся на несущие стены панелей перекрытий, лестничных маршей и площадок, оконных перемычек.

Исправное состояние перечисленных конструкций указывало на то что: 1) здание, опирающееся на свайные фундаменты из забивных железобетонных призматических свай длиной 7 и 9 м с монолитными железобетонными ростверками, передающими нагрузки от надземной части здания на грунтовое основание, сложенное песками мелкими, плотными, не испытывает неравномерных деформаций, связанных с неравномерными осадками или перемещениями грунтового основания и фундаментов; 2) несущие строительные конструкции здания работают без перегрузки.

Вместе с тем при обследовании кирпичной облицовки торцовых стен было обнаружено следующее:

1. Кладка облицовки толщиной в полкирпича, многорядная, с перевязкой вертикальных швов через 3 ряда, опирается на горизонтальные металлические опорные пояса, выполненные из стального уголка 100×100×8 мм, смонтированные через каждые три этажа (в уровне 1, 4, 7 и 10-го этажей), но не через два, как это предусмотрено проектом (в уровнях перекрытий 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 и 15-го этажей).

2. В облицовке торцовых стен образовались вертикальные трещины с раскрытием до 25 мм, пересекающие облицовку по всей высоте с 1-го по 12-й этаж (рис. 2 и рис. 5 цв. вклейки). Причинами образования трещин являются: 1) отсутствие в облицовке вертикальных деформационных швов, компенсирующих температурные горизонтальные деформации облицовки; 2) трехрядная кладка облицовки из щелевого керамического кирпича, не обладающая достаточной прочностью при растяжении в значительной степени из-за отсутствия перевязки вертикальных расстворных швов, и из-за отсутствия армирования облицовки горизонтальными арматурными сетками.

**К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА
«УСИЛЕНИЕ ДЕФОРМИРУЮЩЕЙСЯ КИРПИЧНОЙ ОБЛИЦОВКИ
ТРЕХСЛОЙНЫХ СТЕН 16-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА»**



Рис. 1. Дом на бульваре Заречный в Нижнем Новгороде. Главный фасад здания



Рис. 2. Торцовая стена в осях «А/1-2» с разрушающейся кирпичной облицовкой



Рис. 3. Торцовая стена в осях «А/8-9» с разрушающейся кирпичной облицовкой



Рис. 4. Деформационный температурный шов, отсекающий облицовку торцовых стен, ориентированных вдоль оси «А», от облицовки продольных стен

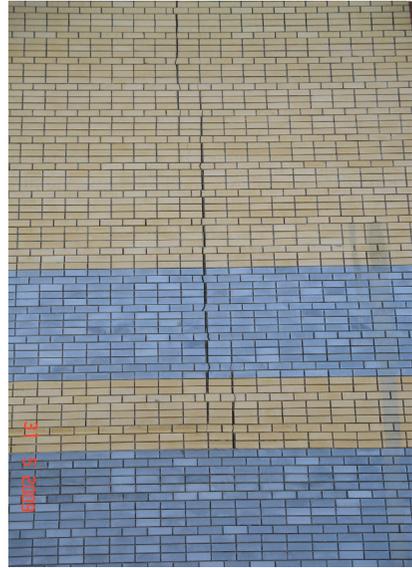


Рис. 5. Вертикальные трещины, образовавшиеся в кирпичной облицовке торцовых стен, расположенной в осях «А/8-9»

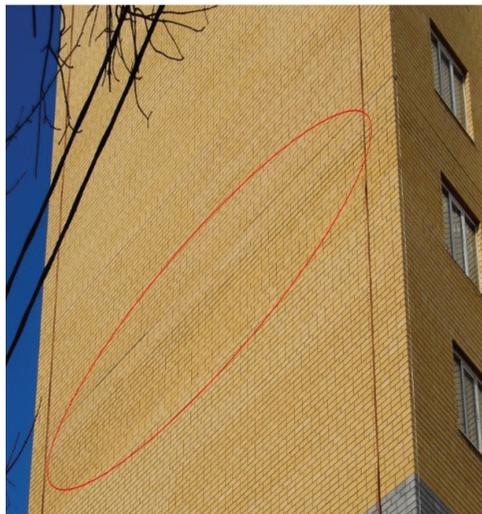


Рис. 6. Деформация облицовки торцовых стены, расположенной в осях «А/1-2», в зоне расположения металлических опорных поясов

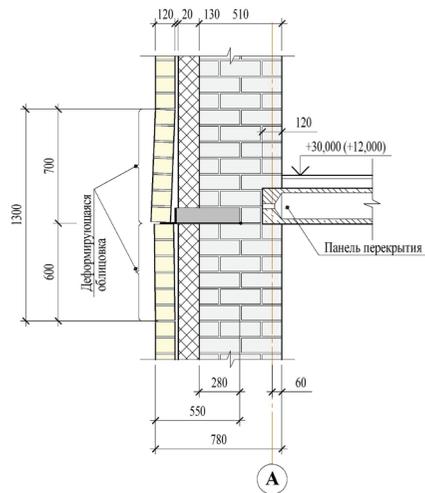


Рис. 7. Деформации кирпичной облицовки торцовых стен в осях «А/1-2» и «А/8-9» у горизонтальных опорных поясов на отметках 12 и 30 м

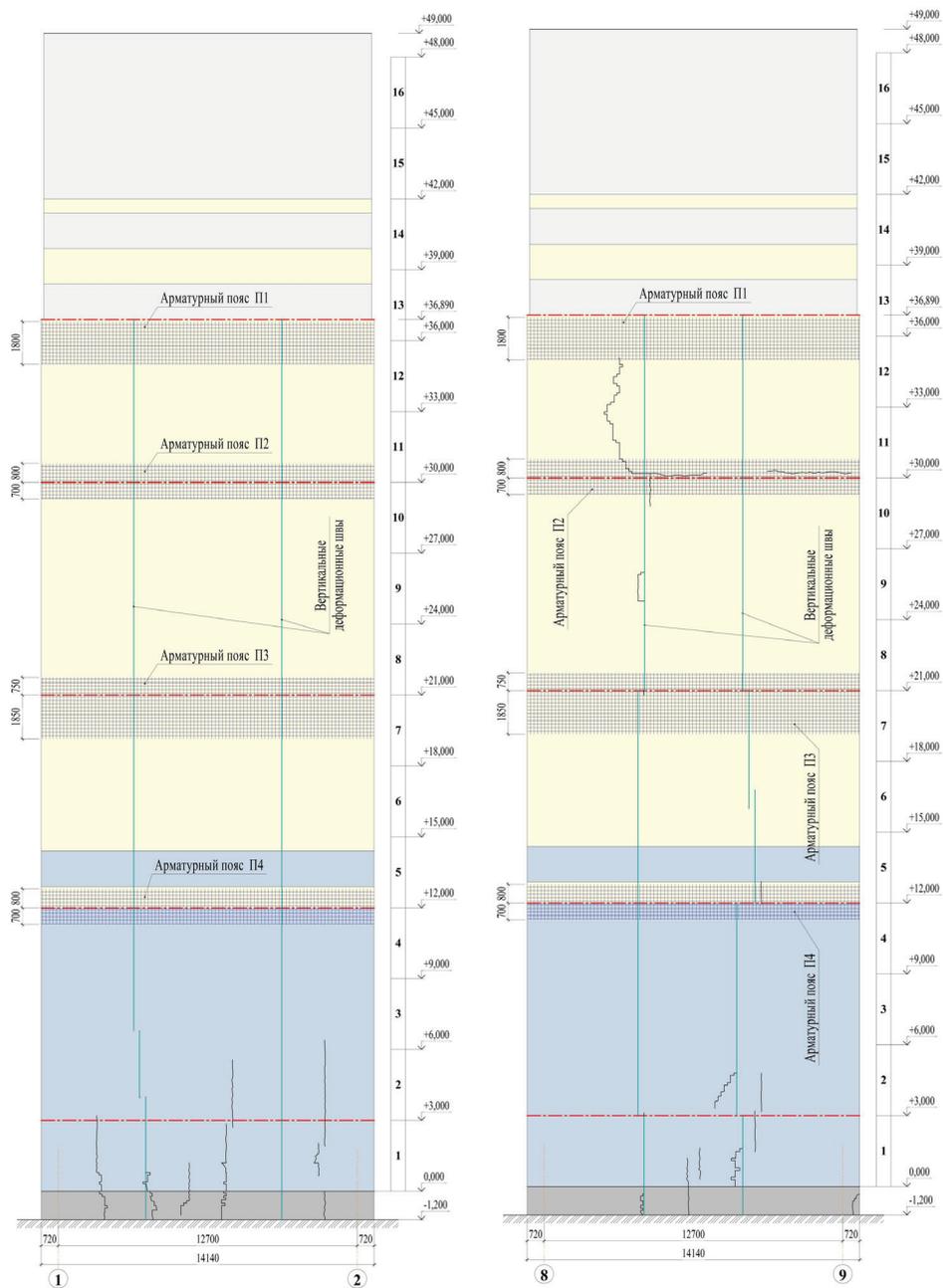


Рис. 8. Усиление арматурными сетками с анкерами деформирующихся фрагментов облицовки торцовых стен, расположенных в осях «А/1-2» и «А/8-9»



Рис. 9. Усиление кирпичной облицовки стены в осях «А/1-2»

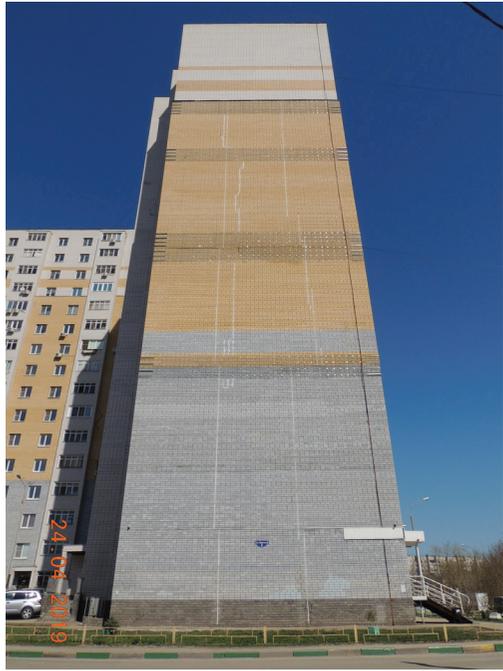


Рис. 10. Усиление кирпичной облицовки стены в осях «А/8-9»

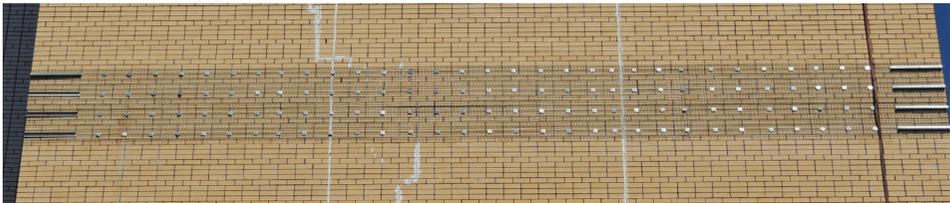


Рис. 11. Усиление кирпичной облицовки стены в осях «А/8-9» на отметке 30 м



Рис. 12. Усиление кирпичной облицовки стены в осях «А/1-2» на отметке 21 м



Рис. 13. Крепление концевых участков арматурных сеток в местах пересечений наружных стен



3. Кирпичная облицовка на локальных горизонтально ориентированных участках, примыкающих к горизонтальным опорным металлическим поясам, деформировалась с отклонением от вертикальной плоскости (выпираанием наружу) и образованием выпуклых поверхностей (рис. 2 и рис. 6–7 цв. вклейки). Причиной этих деформаций является отсутствие горизонтальных деформационных швов под опорными поясами, компенсирующих: 1) вертикальные температурные деформации облицовки; 2) разницу в величине деформаций сжатия и усадки несущей части стены и облицовочного слоя.

Причинами, усугубляющими ситуацию, явились: 1) 3-этажная разрезка облицовки горизонтальными опорными металлическими поясами вместо 2-этажной, предусмотренной проектом; 2) отсутствие армирования облицовки горизонтальными сетками; 3) отсутствие сцепления кладки облицовки с опорной поверхностью металлических разгрузочных поясов; 4) податливость металлических разгрузочных поясов под нагрузкой кирпичной облицовки; 5) отсутствие в кладке облицовки вентиляционных и дренажных отверстий-щелей, не заполненных раствором, из-за чего в воздушной прослойке стен скапливается конденсат, превращающийся при отрицательных температурах в лед.

По результатам выполненных обследований состояние кирпичной облицовки было оценено как недопустимое, характеризующееся снижением несущей ее способности и эксплуатационных характеристик, при котором существует опасность для пребывания рядом со зданием людей, и необходимо проведение страховочных мероприятий и усиление конструкций [5].

Организацией, разработавшей проект строительства дома, к которой первоначально обратился Заказчик, было предложено ограничиться страховочными мероприятиями, заключающимися в установке у торцовых стен в уровне перекрытий 1-го этажа горизонтальных металлических сеток на случай, если из облицовки будут выпадать кирпичи. Однако предложенное проектировщиками мероприятие вряд ли было бы эффективным в случае весьма вероятного обрушения больших по площади фрагментов облицовки.

Для предотвращения аварийной ситуации, в отличие от предложения проектной организации, Заказчику обследования было рекомендовано разобрать облицовку и выполнить ремонт стены одним из следующих способов:

1. Разобрать разрушающуюся облицовку и выполнить ее заново с поэтажной разрезкой опорными поясами, с армированием, с соблюдением всех требований по устройству вертикальных и горизонтальных деформационных швов, вентиляционных и дренажных отверстий.

2. Вместо разобранной облицовки смонтировать вентилируемый фасад.

3. После разборки разрушающейся облицовки выполнить отделку утепленных стен штукатуркой по технологии “SENERGY”.

4. Разобрать облицовку и облицевать утепленные стены сайдингом.

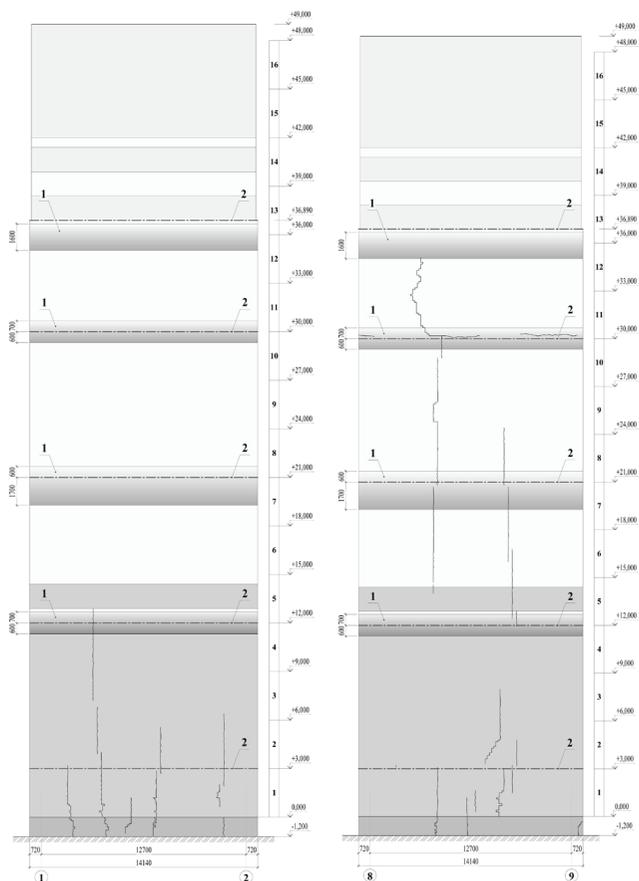


Рис. 2. Вертикальные трещины и деформации облицовки в конструкциях торцовых стен, расположенных в осях «А/1-2» и «А/8-9»: 1 – деформирующиеся фрагменты облицовки с выпиранием из вертикальной плоскости; 2 – металлические опорные пояса

По заданию Заказчика, на время до принятия решения о способе реконструкции стен, авторами была разработана система, предотвращающая обрушения облицовки, состоящая из оцинкованных арматурных сеток $\varnothing 4,0-50 \times 50$ мм, перекрывающих по площади деформирующиеся участки кирпичной облицовки в районе разгрузочных поясов, заанкеренных в несущей части стен (рис. 8–13 цв. вклейки). Вместе с этим было рекомендовано прорезать в существующей облицовке вертикальные деформационные швы и заполнить их герметиком. Усиление, выполненное по разработанному авторами проекту, в течение уже нескольких лет исправно выполняет свои противоаварийные функции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ишук, М. К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки / М. К. Ишук. – Москва : РИФ «Стройматериалы», 2008. – 357 с. : ил. – ISBN 978-5-94026-014-1. – Текст : непосредственный.
2. Серикхалиев, С. С. Дефекты защитно-декоративной кирпичной облицовки фасадов каркасных зданий / С. С. Серикхалиев, Р. Б. Зимин, С. Б. Орлович. – Текст : непосредственный.



ный // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 5 (20). – С. 28–38.

3. Умякова, Н. П. Долговечность трехслойных стен с облицовкой из кирпича с высоким уровнем тепловой защиты / Н. П. Умякова. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2013. – № 1. – С. 94–100.

4. Григорьев, Ю. С. Причины деформации и разрушения кирпичной облицовки наружных стен жилых зданий / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 4. – С. 70–77 с.

5. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие постановлением Госстроя России от 21 августа 2003 года № 153 : дата введения 21 августа 2003 года. – Москва, 2008. – 26 с. – Текст : непосредственный.

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

STRENGTHENING THE DEFORMABLE BRICK FACING OF THE THREE-LAYER WALLS OF A 16-STOREY RESIDENTIAL BUILDING

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

Key words: three-layer external walls, brick facing, deformations, destruction, reinforcement.

The article presents the results of surveys and strengthening of the deforming brick lining of the three-layer exterior walls of a 16-storey residential building in Nizhny Novgorod.

REFERENCES

1. Ishuk M. K. Otechestvennyy opyt vozvedeniya zdaniy s naruzhnymi stenami iz oblegchyonnoy kladki [Domestic experience of erection of buildings with external walls of lightweight masonry]. – Moscow : RIF Stroymaterialy, 2008, 357 p.: il. – ISBN 978-5-94026-014-1.

2. Serikkhaliev S. S., Zimin R. B., Orlovich S. B. Defekty zaschitno-dekorativnoy kirpichnoy oblitovki fasadov karkasnykh zdaniy [The defects of protective facing masonry of frame buildings] // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i isoorozheniy [Construction of Unique Buildings and Structures]. – 2014. – № 5 (20). P. 28–38.

3. Umyakova N. P. Dolgovechnost tryokhsloynnykh sten s oblitovkoy iz kirpicha s vysokim urovnem teplovoy zaschity [Durability of three-layered walls with brick facing with high thermal protection] // Vestnik MGSU. – 2013. – № 1. P. 94–100.

4. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Prichiny deformatsii i razrusheniya kirpichnoy oblitovki naruzhnykh sten zhilykh zdaniy [Causes of deformation and destruction of brick facing of external walls of residential buildings. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2020. № 4. P. 70–77.

5. SP 13-102-2003. Pravila obsledovaniya nesuschikh stroitelnykh konstruksiy zdaniy i sooruzheniy [Rules of inspection of load-bearing building structures of buildings and structures]: svod pravil : utverzhdyon i vvedyon v deystvie postanovleniem Gosstroya Rossii ot 21.08.2003 goda № 153 : data vvedeniya 21 avgusta 2003 goda. – Moscow. 2008, 26 p.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2021

Получено: 27.02.2021 г.



УДК 624.154

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

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: модель свай, модель грунтового массива, экспериментальная установка, горизонтальные нагрузки.

Анализируются преимущества испытаний моделей свайных фундаментов в лабораторных условиях, дается описание лабораторной экспериментальной установки, модели свай и методики формирования искусственного массива из глинистого грунта.

Результаты экспериментальных исследований работы свайных фундаментов являются основой для разработки более совершенных расчетных моделей, использующихся в аналитических решениях и в конечно-элементном моделировании, позволяющем существенно расширить область исследований системы «грунтовой массив – свайный фундамент – сооружение». Взаимодействие свайных фундаментов с грунтовым массивом – многофакторный процесс, сложность которого обусловлена уникальным сочетанием для каждого строящегося объекта: инженерно-геологических условий участка строительства; конструктивных особенностей здания или сооружения; количества свай, их геометрических параметров, конструктивных особенностей и технологии изготовления, а также уникальным сочетанием нагрузок, передающихся на фундаменты. Экспериментальные исследования такого взаимодействия в натуральных условиях из-за сложности их организации, дороговизны и трудоемкости особенно для групп свай, в большинстве случаев не представляется возможным. В этих условиях весьма эффективным методом всестороннего анализа и оценки работы систем «грунтовой массив – свайный фундамент – сооружение» могут быть испытания моделей фундаментов.

Экспериментальные исследования на моделях как в полевых, так и в лабораторных условиях позволяют при сравнительно небольших затратах существенно расширить круг рассматриваемых вопросов, всесторонне исследовать качественные стороны взаимодействия свайных конструкций с грунтовым основанием, выявить их физические закономерности, следовательно, получить большой объем информации. Важными преимуществами исследований на моделях является возможность задавать различный масштаб времени, повторно выполнять эксперименты с целью уточнения или подтверждения получаемых результатов, выполнять исследования при пошаговом изменении одного или нескольких параметров моделей как фундаментов, так и грунтового основания.

Очевидно, что при планировании экспериментов на моделях фундаментов необходимо создавать условия максимально приближенные к реальным, но даже в этом случае непосредственный перенос результатов измерений усилий и деформаций на натурные свайные конструкции и инженерно-геологические условия возможен лишь при условии соблюдения специальных критериев подобия модели и



натурного сооружения. При этом одной из самых сложных задач является моделирование грунтовых массивов.

Одним из объектов научных интересов авторов является исследование работы ленточных 1-3-рядных свайных фундаментов в глинистых грунтах с передающимися на них горизонтальными нагрузками, действующими не поперек, а вдоль рядов свай. Необходимость в такого рода исследованиях обусловлена потребностями строительства: 1) зданий и сооружений различного назначения на склоновых территориях со сложными инженерно-геологическими условиями; 2) промышленных зданий и сооружений с большими горизонтальными нагрузками, передающимися на фундаменты; 3) гидротехнических, противооползневых и противоселевых сооружений и т. п.

С целью планирования, организации и проведения исследований на моделях свайных фундаментов авторами был выполнен поиск и анализ работ, известных из публикаций в научных изданиях, посвященных исследованиям работы моделей как одиночных, так и групп свай в искусственных массивах, приготовленных из грунтов [1–5]. При этом основное внимание было уделено: 1) конструктивным решениям экспериментальных установок; 2) материалам и методам приготовления искусственных массивов грунтов; 3) конструкциям моделей свай; 4) анализу методик экспериментальных исследований.

Одной из первых работ по моделированию работы свайных фундаментов были исследования, выполненные в 1935 году в Центральном научно-исследовательском институте водного транспорта (ЦНИИВТ). Можно было предположить, что к настоящему времени развитие метода физического моделирования процесса взаимодействия свайных фундаментов с грунтом достигло такого уровня, что эксперименты могут выполняться по выработанной за 85 лет стандартной схеме, однако, как показал ретроспективный анализ доступных для изучения материалов, это далеко не так. В большинстве случаев: 1) способы приготовления моделей массивов грунта; 2) характеристики жесткости моделей свай; 3) способы погружения моделей свай в искусственные грунтовые массивы – не соответствуют работе свай и свайных фундаментов в реальных условиях.

В соответствии со сформулированными задачами исследований авторами настоящей статьи были разработаны:

1) конструкция установки для испытаний в лабораторных условиях моделей ленточных свайных фундаментов при совместном действии на фундаментные конструкции вертикальных нагрузок и горизонтальных нагрузок, действующих вдоль линейно расположенных рядов свай; 2) методика приготовления моделей массивов из глинистых грунтов и 3) методика погружения свай в грунтовый массив строго в одной вертикальной плоскости.

Основой конструкции лабораторной установки (рис. 1 цв. вклейки) является лоток, предназначенный для испытаний моделей рядов свай на действие горизонтальных нагрузок, в котором формируется массив из глинистого грунта с заданными программой эксперимента плотностью и влажностью. Лоток прямоугольной формы с размерами ($l \times b \times h$) $1,6 \times 0,42 \times 1,2$ м, объемом $V \approx 0,8$ м³, со стенками из водостойкой ламинированной фанеры толщиной 20 мм, усиленными продольными элементами жесткости из металлических уголков. Такой лоток позволяет выполнять испытания от 1 до 12 расположенных в ряд моделей свай квадратного сечения 30×30 мм, длиной от 60 до 100 см.

В качестве силовой установки, предназначенной для передачи на модели фундаментов горизонтальных нагрузок, используются элементы конструкций

**К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА
«МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ
В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ»**

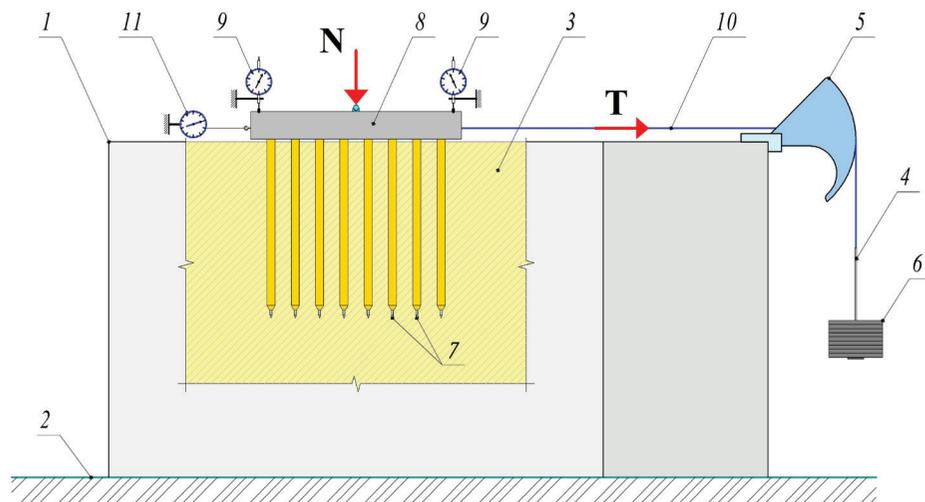


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для испытаний моделей ленточных свайных фундаментов в лабораторных условиях: 1 – лоток; 2 – жесткое основание; 3 – грунтоприемная камера; 4 – подвеска; 5 – силовая установка с соотношением плеч рычага 1:10; 6 – тарированные грузы; 7 – модели забивных призматических свай; 8 – ростверк; 9 – индикатор часового типа; 10 – трос силового устройства; 11 – прогибомер



Рис. 2. Грунт, высушенный до воздушно-сухого состояния (слева) и грунт после измельчения в шаровой мельнице (справа)

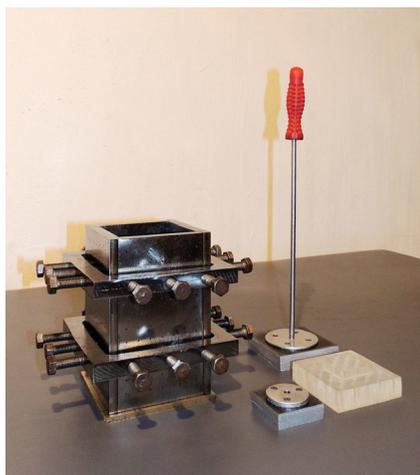


Рис. 3. Разъемная стальная форма для приготовления образцов грунта размером 100×100×150 мм

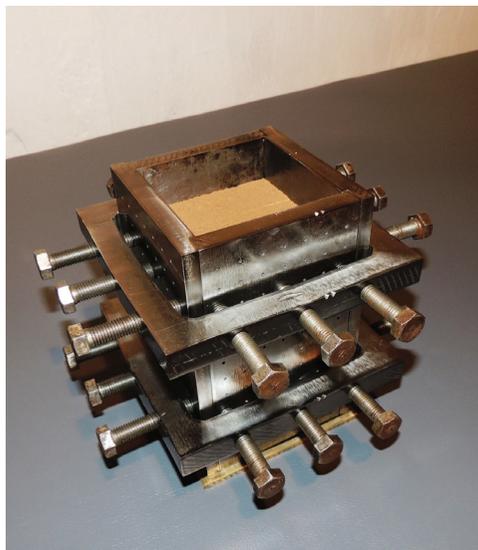


Рис. 4. Разъемная стальная форма квадратного сечения с подготовленным массивом грунта с заданными плотностью и влажностью

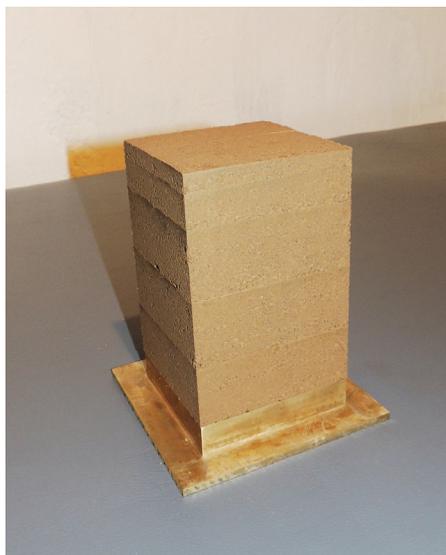


Рис. 5. Приготовленный послойным уплотнением массив грунта с заданными плотностью и влажностью

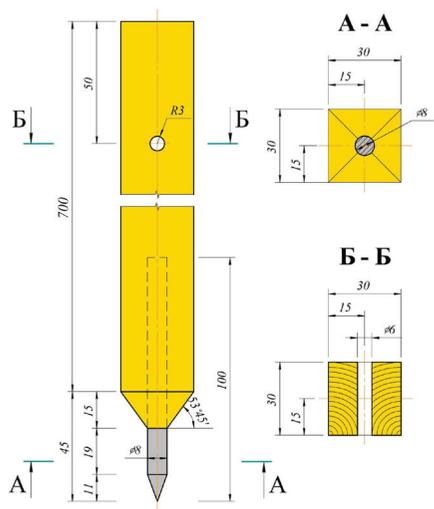


Рис. 6. Конструкция деревянной модели сваи со стальным стержнем-лидером в острие

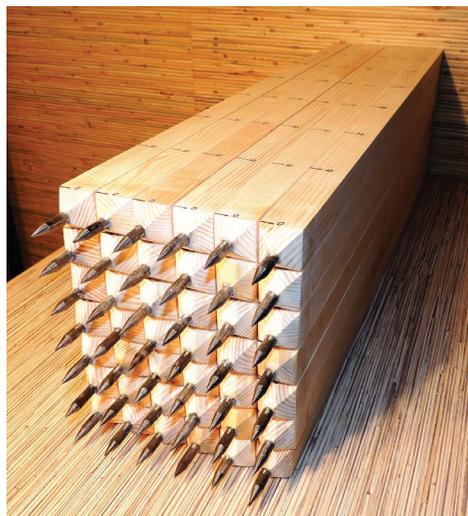


Рис. 7. Модели свай, изготовленные из цельного массива древесины сосны, подготовленные для испытаний



Рис. 8. Массив из суглинка с моделью забивной сваи со срезанным слоем грунта толщиной 5 мм



Рис. 9. Массив с моделью забивной сваи со срезанным слоем грунта толщиной 15 мм



Рис. 10. Массив с моделью забивной сваи со срезанным слоем грунта толщиной 25 мм



Рис. 11. Массив с моделью забивной сваи со срезанным слоем грунта толщиной 35 мм в плоскости боковой поверхности сваи



Рис. 12. Опытные работы по погружению ряда моделей свай строго в одной вертикальной плоскости с помощью специального кондуктора

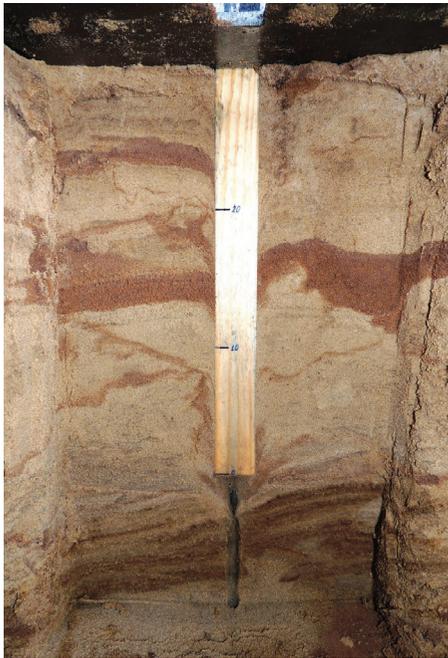


Рис. 13. Вертикальный разрез массива грунта после забивки сваи



Рис. 14. При погружении сваи в грунтовой массив стержень-наконечник в острие сваи движется вдоль направляющей лидерной скважины



стандартного срезного прибора ГП-30. Вертикальные нагрузки, передающиеся на модели свайных фундаментов, создаются с помощью набора плоских грузов, устанавливаемых на горизонтальную платформу, смонтированную на ростверке модели.

Искусственный грунтовый массив глинистого грунта заданного объема, с заданными характеристиками плотности и влажности формируется по методике, отработанной авторами на приготовлении грунтового образца небольшого объема из суглинка, не содержащего примесей и органических соединений, отобранного на одной из строительных площадок в нагорной части Нижнего Новгорода. Для этого отобранный грунт высушивается до воздушно-сухого состояния (рис. 2 цв. вклейки), перемалывается в шаровой мельнице, просеивается через сито (рис. 3 цв. вклейки) и затем в специальном лотке рассыпается слоем толщиной до 80 мм и с тщательным перемешиванием с помощью пульверизатора увлажняется до заданной влажности, предварительно рассчитанным количеством дистиллированной воды, определяемым по формуле:

$$V_w = \frac{Q_{гр}}{\gamma_w} \cdot \left(\frac{1 + 0,01 \cdot W_{тр}'}{1 + 0,01 \cdot W_0} - 1 \right) + V_{п}, \quad (1)$$

где: V_w – необходимый объем воды; $Q_{гр}$ – вес воздушносухого грунта; γ_w – удельный вес воды; $W_{тр}'$ – требуемая влажность грунта; W_0 – гигроскопическая влажность грунта; $V_{п}$ – поправка на потери воды при ее распылении и укладке грунта, определяемая опытным путем.

После увлажнения рыхлый грунт укладывается в герметически закрывающуюся емкость и выдерживается в ней не менее трех суток, за счет чего достигается равномерное распределение влаги во всем объеме приготовленного грунта. Затем выполняется контрольное определение влажности, и при влажности, меньше требуемой, грунт доувлажняется распылением недостающего количества воды, которое рассчитывается по формуле:

$$V_w = \frac{Q_{гр}}{\gamma_w} \cdot \frac{0,01 \cdot (W_{тр}' - W_{тр})}{1 + 0,01 \cdot W_0}, \quad (2)$$

где $W_{тр}'$ – влажность, полученная при предыдущем увлажнении.

Целью выполненной серии из пяти экспериментов по уплотнению суглинка в разъемной стальной форме было получение искусственного массива грунта (рис. 4, 5 цв. вклейки) со следующими характеристиками: плотность $\rho = 1,70$ г/см³; плотность частиц $\rho_s = 2,71$ г/см³; коэффициент пористости $e = 0,82$; влажность $W = 14,0$ %. Послойное уплотнение, заранее определенного для каждого слоя объема грунта заданной массы, до слоя заданной толщины выполнялось специально сконструированной трамбовкой.

Результаты контрольных определений характеристик плотности и влажности искусственно приготовленных образцов грунта, приведенные в таблице, доказали эффективность разработанной методики формирования искусственных массивов глинистых грунтов – значения фактической влажности и плотности искусственно приготовленных образцов суглинка несущественно отличаются от требуемых величин, так разница по влажности составляет 0,7 %, а по плотности 0,6 %.

**Результаты определения плотности и влажности искусственно
приготовленного образца грунта 100×100×150 мм**

Номер образца	Характеристики грунта			
	Требуемые		Фактические	
	Влажность <i>W</i> , %	Плотность ρ , кг/см ³	Влажность <i>W</i> , %	Плотность ρ , кг/см ³
1	14,0	1,70	14,1	1,70
2			14,0	1,69
3			14,1	1,72
4			14,1	1,71
5			14,0	1,71
Средние значения			14,1	1,71

Большое внимание было уделено конструированию и изготовлению моделей свай, а также разработке способа их погружения в грунтовый массив. При разработке конструкции моделей свай было принято во внимание одобрение VIII международным конгрессом по механике грунтов и фундаментостроению, проходившем в 1973 году в Москве, методики испытаний малоразмерных моделей фундаментов, выполненных в масштабе в пределах 1/10–1/20.

Для того чтобы обеспечить строго вертикальное положение моделей свай в грунтовом массиве, в предложенной конструкции свай было предусмотрено устройство наконечника из заостренного металлического стержня (рис. 6, 7 цв. вклейки), направляющего погружение сваи вдоль лидирующей скважины, предварительно выполненной вдавливанием в грунт металлического стержня. Погружение моделей свай в образец грунта выполнялось с помощью ручного молота специально подобранной массы.

Предварительные работы по апробации, предложенных авторами: 1) методики формирования модели грунтового массива; 2) конструкции моделей свай и способа из погружения в грунт – показали хорошие результаты (рис. 8–14 цв. вклейки).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яропольский, И. В. Полевые и лабораторные исследования устойчивости и прочности свай и шпунтовой стенки / обработана статья научным сотрудником И. В. Яропольским. – Ленинград : Гос. трансп. изд-во. Ленингр. отд-ние, 1935 (тип. «Сов. Печатник»). – 177 с. – (Труды Института / Наркомвод СССР. Центральный научно-исследовательский институт водного транспорта (ЦНИИВТ) ; Выпуск 155). – Текст : непосредственный.

2. Зархи, А. З. Экспериментальные исследования распределения реактивных давлений грунта на шпунтовую стенку и одиночную сваю при действии горизонтальной силы / А. З. Зархи. – Текст : непосредственный // Труды / Ленинградский институт инженеров водного транспорта (ЛИИВТ). – Ленинград, 1954. – Выпуск 21. – С. 146–164.

3. Перов, В. П. Исследование работы моделей свай в многослойном основании при действии горизонтальной нагрузки / В. П. Перов. – Текст : непосредственный // Сборник трудов ЛИСИ / Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР, Ленинградский инженерно-строительный институт. – Ленинград, 1976. – № 112. – С. 20–26.

4. Жемочкин, Б. Н. Опыты с моделями свай, работающих на горизонтальную нагрузку, в лабораторных условиях / Б. Н. Жемочкин. – Текст : непосредственный // Исследования по теории сооружений. – Москва ; Ленинград, 1949. – Выпуск IV. – С. 275–284.



5. Знаменский, В. В. Экспериментальные исследования работы и инженерные методы расчета свайных групп из забивных свай : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук : 05.23.02 / В. В. Знаменский. – Москва, 2002. – 375 с. : ил. – Текст : непосредственный.

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

MODELING THE WORK OF PILE FOUNDATIONS IN THE LABORATORY

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: pile model, soil mass model, experimental installation, horizontal loads.

The article analyzes the advantages of testing models of pile foundations in laboratory conditions, describes the laboratory experimental installation, models of piles and methods of forming a hand-made mass of clay soil.

REFERENCES

1. Yaropolsky I. V. Polevye i laboratornye issledovaniya ustoychivosti i prochnosti svay i shpuntovoy stenki [Field and laboratory studies of the stability and strength of piles and sheet pile walls] / Leningrad : Gos. trans. izd-vo. Leningr. otd-nie, 1935 (tip. "Sov. Pechatnik"). – 177 p. – (Trudy Instituta / Narkomvod SSSR. Tsentralny nauchno-issledovatel'skiy institut vodnogo transporta (TsNIIVT)). – Vyp. 155.
2. Zarkhi A. Z. Eksperimentalnye issledovaniya raspredeleniya reaktivnykh davleniy grunta na shpuntovuyu stinku i odinochnuyu svayu pri deystvii gorizontальной sily [Experimental studies of distribution of reactive ground pressures on a sheet pile wall and a single pile under the action of a horizontal force] / Trudi LIIVT [Works of the Leningrad institute of engineers of water transport]. – Leningrad, 1954. – Vyp. 21. – P. 146–164.
3. Perov V. P. Issledovanie raboty modeley svay v mnogosloynnom osnovanii pri deystvii gorizontальной nagruzki [Investigation of the operation of pile models in a multi-layer foundation under the action of a horizontal load] / Sbornik trudov LISI [Collected articles of the Leningrad Engineering Construction Institute] / Min-vo vysshego i srednego spetsial'nogo obrazovaniya RSFSR, Leningrad. inzh.-stroit. in-t. – Leningrad, 1976. – № 112. – P. 20–26.
4. Zhemochkin B. N. Opyty s modelyami svay, rabotavschikh na gorizontálnuyu nagruzku v laboratornykh usloviyakh [Experiments with models of piles operating under a horizontal load in the laboratory] / Issledovaniya po teorii sooruzheniy. – Moscow; Leningrad, 1949. – Vyp. IV. – P. 275–284.
5. Znamensky V. V. Eksperimentalnye issledovaniya raboty i inzhenernye metody raschyota svaynykh grupp iz zabivnykh svay [Experimental work studies and engineering methods for calculating pile groups from hammered piles] : dis. ... d-ra tekhn. nauk – Moscow, 2002. 375 p.: il.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2021

Получено: 12.03.2021 г.



УДК 528.482:69.058.2

Г. А. ШЕХОВЦОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра

О ФОТОГРАФИЧЕСКОМ СПОСОБЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕНА ДЫМОВОЙ ТРУБЫ С ПОМОЩЬЮ НОУТБУКА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 434-05-26;
эл. почта: kaf_ig@nngasu.ru

Ключевые слова: крен, модель, снимок, размер пикселя, ноутбук, непосредственный и ступенчатый способ.

Приведена методика использования ноутбука для выполнения непосредственного и ступенчатого фотографического способа определения крена высоких сооружений башенного типа. Ее сущность заключается в том, что в качестве вертикальной референтной линии используется нить шнуrowого отвеса, расположенного перед ноутбуком так, чтобы ее изображение располагалось в средней части снимка и совпадало с осью сооружения. Показана методика измерения снимков и их масштабирования для получения результатов измерений в метрической системе единиц. Выполнены экспериментальные исследования методики на модели и на примере дымовой трубы с использованием ноутбука Lenovo. Полученные результаты подтверждают состоятельность предложенного способа определения крена сооружений башенного типа в сложных для геодезических измерений условиях промышленных площадок.

Крен является одним из наиболее характерных показателей общей деформации сооружений башенного типа. Существует большое количество способов его определения. Однако практически всем известным способам присущи недостатки, связанные с их зависимостью от застроенности территории, что затрудняет выбор точек стояния применяемых приборов для производства наблюдений в двух или более направлениях.

В настоящее время в целом ряде статей [1, 2, 3, 4, 5] обращено внимание на достоинства цифровой фотограмметрии. В наших работах [6, 7] показано, как с помощью цифровых фотокамер можно кардинально изменить геодезические работы по контролю, в частности крена высоких сооружений башенного типа. Сущность таких фотографических способов основана, во-первых, на наличии на снимке сооружения вертикальной референтной линии, от которой будут производиться все необходимые измерения. И, во-вторых, снимок должен быть масштабирован для получения результатов измерений в метрической системе единиц.

В статье показано, как можно с помощью обычного ноутбука, снабженного программой *YouCam* и программой редактирования фотографических изображений, реализовать непосредственный или ступенчатый фотографический способ определения крена башенного сооружения. При этом в качестве референтной линии проще всего использовать нить шнуrowого отвеса, расположенного перед ноутбуком.

Для выполнения непосредственного способа фотографирования удобно использовать мензульный комплект (штатив, мензулу, планшет). С его помощью можно горизонтировать и ориентировать установленный на нем ноутбук (рис. 1а).

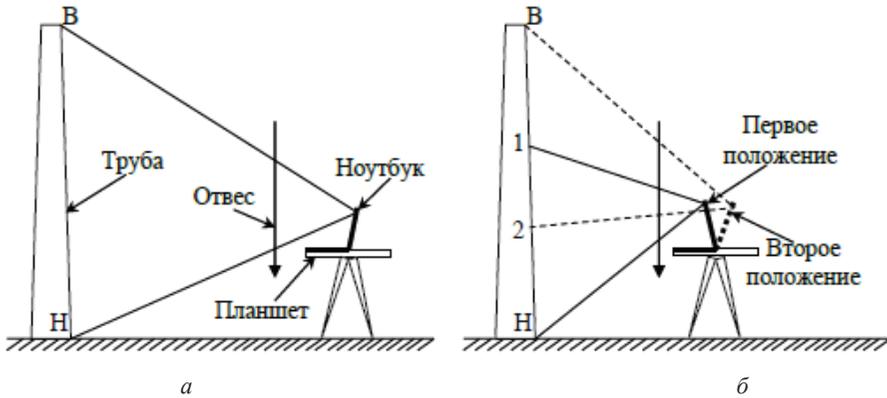


Рис. 1. Схема непосредственного (а) и ступенчатого (б) способов определения крена

Если все сооружение можно наблюдать только с близкого расстояния, то здесь следует применять ступенчатый способ, предусматривающий фотографирование сооружения по частям (рис. 1б).

В статье приводятся результаты моделирования непосредственного и ступенчатого способов определения крена с помощью ноутбука *Lenovo*. В качестве модели выступала стена, покрытая кафельной плиткой размерами 150×150 мм, перед которой располагался отвес на расстоянии 0,7 м от нее. Фотографирование выполнялось с расстояния 1 м от отвеса (см. фото на рис. 2).

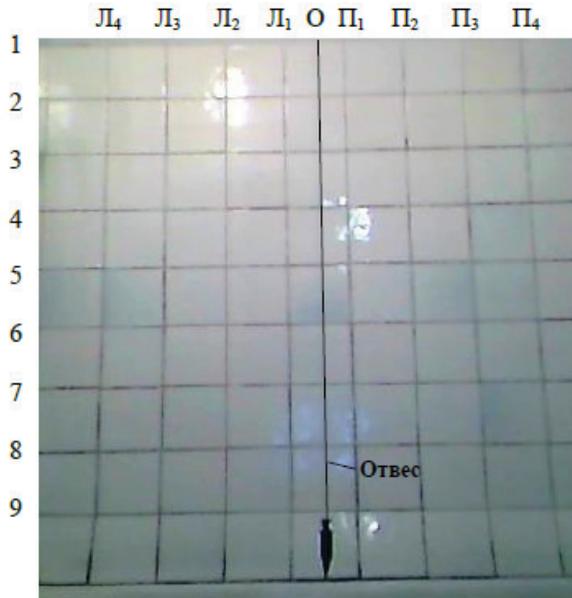


Рис. 2. Фрагмент снимка модели с нитяным отвесом

По открытой с помощью *Paint* фотографии размером 640×480 пикселей (пкс) брали с помощью курсора с точностью 1–2 пкс отсчеты $L_{4,3,2,1}$ (столбцы 2, 3, 4, 5 табл. 1), О (столбец 6) и $P_{1,2,3,4}$ (столбцы 7, 8, 9, 10) во всех точках горизонтальных линий 1, 2, ..., 8, 9.



Т а б л и ц а 1

Результаты измерений снимка модели

Линии	Отсчеты по курсору: левые Л, по отвесу О, правые П, пкс								
	Л ₄	Л ₃	Л ₂	Л ₁	О	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	183	222	262	299	318	337	376	415	454
2	184	222	262	299	319	338	377	415	454
3	183	223	262	301	320	340	379	417	456
4	183	223	262	301	321	340	380	419	458
5	182	222	262	301	321	341	380	421	461
6	181	221	262	302	323	342	383	422	464
7	179	220	261	303	323	343	384	424	467
8	178	220	262	303	324	345	386	428	469
9	176	219	261	303	325	346	389	431	474

Наглядное представление о совместном влиянии дисторсии объектива, наклона снимка и его нецентрального расположения на отклонения линий Л, О и П от вертикали можно получить следующим образом.

Вначале следует вычислить по каждому столбцу и по всем линиям 1, 2, ..., 8, 9 разности (О – Л) и (О – П). Затем необходимо определить отклонения ЛД и ПД этих разностей от их первоначального значения.

Результаты вычислений иллюстрируются построенными по столбцам графиками (рис. 3), характеризующими отклонения линий Л и П от вертикали. Кроме того, отсчеты О по отвесу (см. табл. 1, столбец 6) не равны между собой. Все это объясняется влиянием дисторсии, некоторым смещением отвеса с центральной части снимка и тем, что сам снимок получился наклонным.

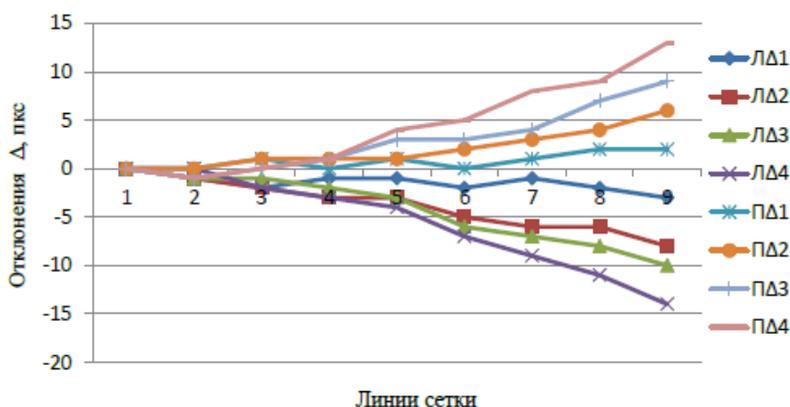


Рис. 3. Отклонения линий Л и П от вертикали

С учетом сказанного наиболее оптимальным является нормальное расположение отвеса на снимке точно в центральной его части и совпадающее с осью сооружения. В этом случае при фотографировании круглых сооружений типа дымовой трубы «положительные» и «отрицательные» кривые будут строго симметричны.



Для перевода результатов измерений снимка в пикселях в метрическую систему величин (мм) необходимо знать соответствующий размер δ одного пикселя. Для его определения необходимо известную в мм длину отрезка (базиса) на снимке поделить на количество пикселей в ней содержащихся. С этой целью по всем линиям сетки были найдены в пкс базисы Л1-П1, Л2-П2, Л3-П3 и Л4-П4, которые равны соответственно 150, 450, 750 и 1050 мм.

В результате были получены размеры одного пикселя и построены графики его зависимости от величины базиса и расстояния до линий 1, 2, 3, ..., 8, 9 (рис. 4). Из графиков видно, что δ не зависит от величины базисов, а зависит только от расстояния съемки.

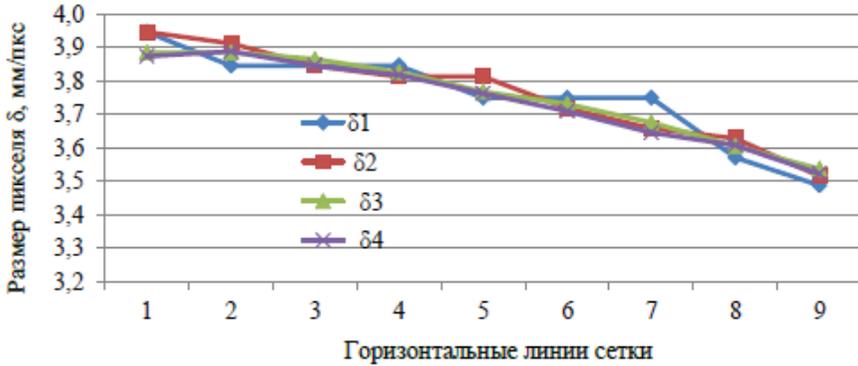


Рис. 4. Графики зависимости размера одного пикселя от расстояния, вычисленные по базисам 150, 450, 750 и 1050 мм

Аналогичным образом были найдены в пикселях базисы Л₄-Л₃, Л₃-Л₂, Л₂-Л₁, Л₁-П₁, П₁-П₂, П₂-П₃, П₃-П₄ по всем линиям сетки, соответствующие базису 150 мм. По вычисленным размерам δ построены графики их зависимости от расстояния до линий (рис. 5). Эти графики совершенно идентичны таковым на рис. 4 и лишний раз подтверждают вывод о том, что размер одного пикселя зависит только от расстояния и не зависит от величины базиса.

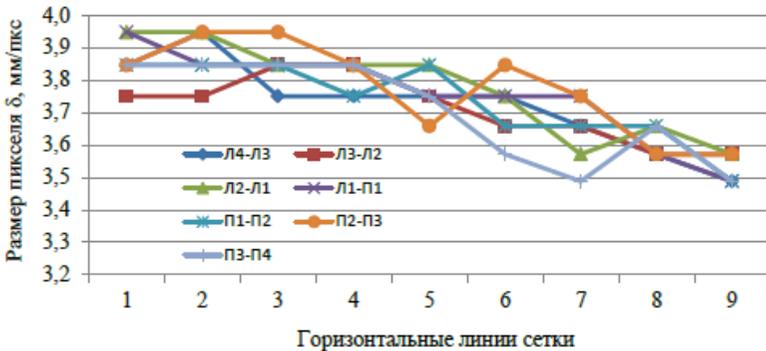


Рис. 5. Графики зависимости размера одного пикселя от расстояния, вычисленные по базису 150 мм

Представим, что вертикальные линии Л₁ и П₁ модели являются боковыми гранями дымовой трубы. Для определения ее крена используем верхние и нижние от-



счеты $L_{1В,Н}$, $\Pi_{1В,Н}$ и отсчеты по отвесу $O_{В,Н}$, взятые из табл. 1 (линии 1 и 9). Общий крен трубы К можно вычислить по формуле:

$$K = V\delta_B - H\delta_H = (O_B - (L_B + \Pi_B)/2)\delta_B - (O_H - (L_H + \Pi_H)/2)\delta_H, \quad (1)$$

где В и Н – расстояния от отвеса до оси трубы поверху и понизу, пкс; $\delta_{В,Н}$ – размер одного пикселя поверху и понизу, мм/пкс. Результаты вычислений представлены в табл. 2.

Полученное значение крена -1,8 мм (столбец 9) полностью соответствуют таковому, измеренному непосредственно на модели. Отсюда следует важный вывод о том, что и по наклонным снимкам можно получать правильные значения крена высокого сооружения. А для определения частных кренов следует в формуле (1) вместо слагаемых с индексом В использовать промежуточные отсчеты.

Таблица 2

Результаты определения крена столбца (L_1 - Π_1) по фотографиям модели

Расстояние, м линии	Отсчеты по курсору, пкс			Расстояния по линиям, пкс		δ , мм/ пкс	Крен К	
	$L_{1В,Н}$	$O_{В,Н}$	$\Pi_{1В,Н}$	$(L+\Pi)/2$	В, Н		пкс	мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	299	318	337	318	0,0	3,9	-0,5	-1,8
9	303	325	346	324,5	0,5	3,5		
2	1	249	279	311	280	-1,0	-0,5	-2,5
	9	254	285	317	285,5	-0,5		
3	1	283	312	341	312	0,0	-1,0	-5,2
	9	288	318	346	317	1,0		
4	1	279	301	324	301,5	-0,5	-1,0	-6,7
	9	283	306	328	305,5	0,5		
5	1	272	289	308	290	-1,0	-1,0	-8,3
	9	273	290	307	290	0,0		
6	1	329	342	357	343	-1,0	-1,0	-10,7
	9	330	343	356	343	0,0		

Для оценки степени влияния расстояния фотографирования на точность определения крена были сделаны снимки с расстояний 2, 3, 4, 5 и 6 м до модели. При этом изображение нити отвеса совпадало с изображением одной из вертикальных линий сетки.

По открытым с помощью *Paint* фотографиям были взяты отсчеты $L_{В,Н}$, $O_{В,Н}$ и $\Pi_{В,Н}$ по верхней и нижней линиям модели (см. столбцы 2, 3 и 4 табл. 2). По формуле (1) находили величину крена в пкс и в мм, используя размеры одного пикселя, найденные как $300/(\Pi - L)$.

По данным табл. 2 можно констатировать, что увеличение расстояния практически не оказывает влияния на точность определения крена в пкс. В то же время размер одного пикселя увеличивается, что существенно отражается на точности получаемых результатов в мм. Таким образом, для повышения точности определения крена необходимо стремиться к уменьшению размеров одного пикселя. Уменьшить размеры одного пикселя можно путем использования при фотографировании функции приближения или путем уменьшения расстояния фотографирования. Однако последнее может привести к необходимости использования ступенчатого способа определения крена.

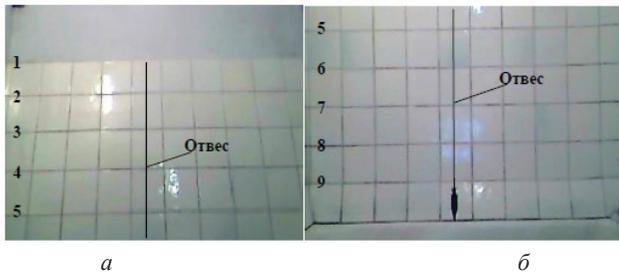


Рис. 6. Фрагменты фотографий к ступенчатому способу определения крена

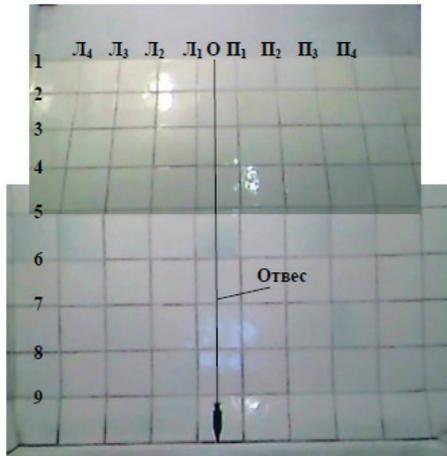


Рис. 7. Фотомонтаж ступенчатого способа определения крена

С целью исследования ступенчатого способа были сделаны по схеме на рис. 1б две фотографии модели. На одной фотографии (рис. 6а) зафиксированы 5 верхних линий сетки, на другой (рис. 6б) – 5 нижних линий. Затем первый снимок накладывали на второй, добиваясь совмещения всех одноименных контуров на обоих снимках (рис. 7).

По изложенной выше методике были подсчитаны размеры одного пикселя и построены графики зависимости δ от расстояния до линий 1, 2, 3, ..., 8, 9. Эти графики на (рис. 8а) являются результатом обработки верхнего и нижнего снимков, а на (рис. 8б) – соединенных снимков.

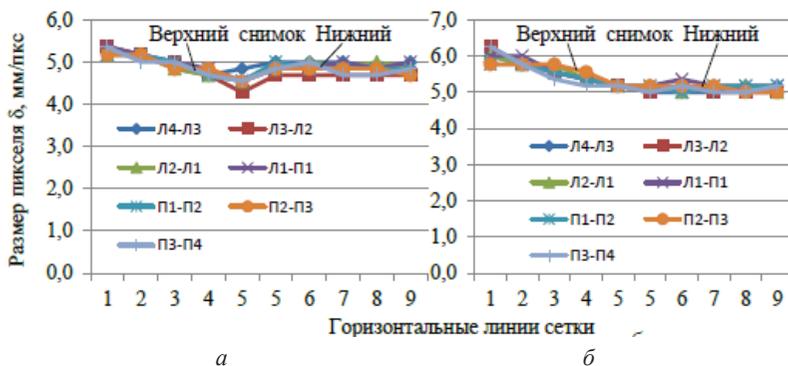


Рис. 8. Графики зависимости размера одного пикселя от расстояния, вычисленные по базе 150 мм



Из графиков на рис. 8 следует, что каждый снимок отличается своими размерами одного пикселя. Причем, размер одного пикселя δ нижнего снимка остается практически одинаковым для всех линий сетки за счет одинакового до них расстояния. Размер δ верхнего снимка является, во-первых, величиной переменной. Во-вторых, размеры δ на левом графике меньше таковых на правом примерно на 0,5 пкс за счет небольшой трансформации верхнего снимка, выполненной при его совмещении с нижним.

В табл. 3 представлены результаты определения крена столбца (L_1 - P_1) как по одиночным снимкам, так и по их фотомонтажу. Они оказались практически одинаковыми (см. столбцы 8 и 9), поскольку верхний снимок по линии 1 не подвергался трансформации при фотомонтаже. В результате можно констатировать, что снимки при ступенчатом способе съемки могут обрабатываться отдельно друг от друга без выполнения фотомонтажа.

Для определения возможности использования ноутбука для контроля вертикальности объектов с соизмеримыми шириной и высотой было выполнено соответствующее моделирование.

Таблица 3

**Результаты определения крена столбца (L_1 - P_1),
объектов разной ширины и дымовой трубы**

Линии	Отсчеты по курсору, пкс			Расстояния по линиям, пкс		δ , мм/ пкс	Крен К	
	$L_{1ВН}$	$O_{ВН}$	$P_{1ВН}$	$(L+P)/2$	$В,Н$		пкс	мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одиночные снимки								
1	124	136	152	138	-2,0	5,4	-0,5	-3,6
9	130	144	161	145,5	-1,5	4,8		
Фотомонтаж								
1	201	213	228	214,5	-1,5	5,8	-0,5	-3,2
9	202	215	230	216	-1,0	5,2		
Ширина объекта $L_1 - P_1$								
1	299	318	337	318	0,0	3,9	-0,5	-1,8
9	303	325	346	324,5	0,5	3,5		
Ширина объекта $L_2 - P_2$								
1	262	318	376	319	-1,0	3,9	-0,5	-2,2
9	261	325	390	325,5	-0,5	3,5		
Ширина объекта $L_3 - P_3$								
1	222	318	415	318,5	-0,5	3,9	-0,5	-2,0
9	219	325	431	325	0,0	3,5		
Ширина объекта $L_4 - P_4$								
0	183	318	454	318,5	-0,5	3,9	-0,5	-2,0
9	176	325	474	325	0,0	3,5		
Дымовая труба								
Верх	269	287	299	284	3,0	86,7	-2	-25,7
Низ	259	299	329	294	5,0	58,0		



Ширина объектов принималась L_1 - P_1 (соотношение ширины и высоты 0,1), L_2 - P_2 (0,4), L_3 - P_3 (0,6), L_4 - P_4 (0,9) и, используя данные табл. 1, вычислялись значения крена K по формуле (1).

Результаты вычислений (табл. 3) показывают, что для всех отношений ширины объекта к его высоте получены практически одни и те же значения крена (столбцы 8 и 9). Это подтверждает возможность использования фотографического способа для контроля вертикальности таких объектов, как градирни, ректификационные колонны, грануляционные башни, копры над стволами шахт, вертикальные стальные цилиндрические резервуары, водонапорные и силосные башни и др.

В табл. 3 представлены также результаты определения с помощью ноутбука крена дымовой трубы высотой 30 м, диаметром понизу 4 000 мм и поверху 2 600 мм. По этим данным были определены размеры $\delta_H = 4\,000 / (P_H - L_H)$, $\delta_B = 2\,600 / (P_B - L_B)$ и по формуле (1) вычислен крен трубы (столбцы 8 и 9), который соответствует значению, полученному ранее координатным и линейно-угловым способами.

Если изображение отвеса на снимке расположится строго по центру верхнего сечения трубы, то первое слагаемое в скобках формулы (1) будет равно нулю, и эта формула примет вид:

$$K = H_{\delta H} = (O_H - (L_H + P_H) / 2) \delta_H. \quad (2)$$

В этом случае ошибка крена будет зависеть в основном от размера пикселя δH и ошибки его определения. Для уменьшения размера δH можно воспользоваться двухэтапным фотографическим способом определения крена высоких сооружений башенного типа [6, 7].

В заключение отметим, что полученные в результате исследований данные подтверждают возможность использования ноутбука в сочетании со шнуровым отвесом в качестве референтной прямой и позволяют наметить оптимальную методику фотографирования с целью исключения влияния дисторсии на результаты измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уставич, Г. А. О применении неметрических цифровых камер для инженерно-геодезических измерений / Г. А. Уставич, Я. Г. Пошивайло. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2005. – № 8. – С. 19–24.
2. Кацарский, И. С. О цифровой фотограмметрии и перспективах ее применения / И. С. Кацарский. – Текст : непосредственный // Геопрофи. – 2006. – № 6. – С. 4–8.
3. Барсуков, К. Г. Исследование возможностей неметрических цифровых фотоаппаратов при решении инженерно-строительных задач / К. Г. Барсуков. – Текст : непосредственный // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. – 2007. – № 3. – С. 82–85.
4. Bernasik, Jerzy. Automatyzacja fotogrametrycznych pomiarów odkształceń dachowych dźwigarów hal przemysłowych / Jerzy Bernasik, Sławomir Mikrut // Geodezja. – 2006. – № 12. – P. 113; № 2. – 141–149.
5. Джарроуш, Д. Бытовая цифровая камера как инструмент для точных геодезических измерений / Д. Джарроуш. – Текст : непосредственный // Геопрофи. – 2014. – № 4. – С. 46–49.
6. Шеховцов, Г. А. Контроль пространственного положения и формы строительных конструкций с помощью неметрических цифровых камер : монография / Г. А. Шеховцов, О. В. Раскаткина ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, – 2017. – 118 с. – ISBN 978-5-528-00232-3. – Текст : непосредственный.
7. Шеховцов, Г. А. Контроль пространственного положения и формы высоких соору-



жений башенного типа : монография / Г. А. Шеховцов ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, – 2018. – 214 с. – ISBN 978-5-528-00265-1. – Текст : непосредственный.

SHEKHOVTSOV Gennady Anatolevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of geoinformatics, geodesy and cadastre

ABOUT A PHOTOGRAPHIC METHOD OF DETERMINATION OF CHIMNEY ROLL USING A LAPTOP

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 434-05-26;
e-mail: kaf_ig@nngasu.ru

Key words: roll, model, snapshot, pixel size, laptop, direct and stepped mode.

The article describes a technique for using a laptop to perform a direct and stepped photographic method for determining the roll of high tower-type structures. Its essence lies in the fact that a plumb bob thread located in front of a laptop is used as a vertical reference line so that it is located in the middle of the image and coincides with the axis of the structure. The technique of measuring images and scaling them to obtain measurement results in the metric system is shown. Experimental studies of the method were carried out on the model and on the example of a chimney using a Lenovo laptop. The results obtained confirm the consistency of the proposed method for determining the roll of tower-type structures in difficult conditions for geodetic measurements at industrial sites.

REFERENCES

1. Ustavich G.A., PoshivayloYa. G. O primeneniі nemetricheskikh tsifrovyykh kamer dlya inzhenerno-geodezicheskikh izmereny [On the use of non-metric digital cameras for engineering-geodetic measurements]. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]. – 2005. – № 8. – P. 19–24.
2. Katsarsky I. S. O tsifrovoy fotogrammetrii i perspektivakh eyo primeneniya [About digital photogrammetry and prospects of its application] GeoProfi. – 2006. – № 6. – P. 4–8.
3. Barsukov K. G. Issledovanie vozmozhnostey nemetricheskikh tsifrovyykh fotoapparatov pri reshenii inzhenerno-stroitelnykh zadach [Investigation of the possibilities of non-metric digital cameras in solving engineering and construction tasks] Nauch. vestnik Voronezh. gos. arkhitektur.-stroit. un-ta [Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering]. – 2007. – № 3. – P. 82–85.
4. Bernasik Jerzy, Mikrut Sławomir Automatyzacja fotogrametrycznych pomiarów odkształceń dachowych dźwigarów hal przemysłowych // Geodezja. – 2006. – № 12. P. 113, № 2. – P. 141–149.
5. Jarroush D. Bytovaya tsifrovaya kamera kak instrument dlya tochnyykh geodezicheskikh izmereny [Household digital camera as a tool for accurate geodetic measurements]. Geoprofi. – 2014. – № 4. – P. 46–49.
6. Shekhovtsov G. A., Raskatkina O. V. Kontrol prostranstvennogo polozheniya i formy stroitelnykh konstruksiy s pomoschyu nemetricheskikh tsifrovyykh kamer: monografiya [Control of the spatial position and shape of building structures using non-metric digital cameras]: monograph // Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2017, 118 p. ISBN 978-5-528-00232-3.
7. Shekhovtsov G. A. Kontrol prostranstvennogo polozheniya i formy vysokikh sooruzheniy bashennogo tipa: monografiya [Control of the spatial position and shape of tower-type structures] : monograph // Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2018, 214 p. ISBN 978-5-528-00265-1.

© Г. А. Шеховцов, 2021

Получено: 11.01.2021 г.



УДК 624.074.24

В. Д. АНТОШКИН, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой зданий, сооружений и автомобильных дорог; **М. В. ГОРИНА**, студент; **Х. МАТЯКУБОВ**, студент

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»

Россия, 430005, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68. Тел.: (8342) 24-37-32;

факс: (8342) 47-29-13; эл. почта: antovd@mail.ru

Ключевые слова: сборная пространственная структура, сферическая оболочка, конструктивно-технологическое решение, панель, правильный четырехугольник, разрезка, пирамида.

Рассмотрены вопросы конструктивно-технологического формообразования сферических оболочек на основе произвольной пространственной сети. Исследован конструктивно-технологический метод образования треугольных сетей на сфере, которые были названы «Антанта». Критерием оптимальности является минимальное число типоразмеров конструктивных деталей и минимальное число монтажных элементов купола, возможности укрупнительной сборки и предварительного напряжения.

Во всех конструктивных решениях пространственных структур просматривается тенденция применения уже на стадии разрезки и формообразования этих покрытий эффективных технологических методов изготовления отдельных элементов, стеновой укрупнительной сборки сегментов куполов, возведения их с обеспечением заданной точности монтажа покрытия в целом или основных его несущих конструкций. Учитывая, что не все возможности разбиения сферы на панели или стержни еще исчерпаны и то, что преобладающее количество пространственных структур построено на сфере, проанализируем решения сборных структур из четырехугольных плоских или пирамидальных панелей исходя из построений сначала на произвольных поверхностях, а затем на поверхности сферы, на основе известных треугольных сетей.

Оптимизация треугольной геометрической сети на произвольной поверхности и сфере по критерию минимума типоразмеров элементов может быть представлена и решена размещением правильных и неправильных четырехугольников, вписанных в окружности минимальных размеров, например, на сегментах произвольных поверхностей поясов, показанных на рис. 1 и 2. Кроме перечисленных вариантов применения свойств окружностей для формирования панелей, в подобных разрезках реализованы возможности окружностей в основаниях конусов.

В пространственном сегменте структурного покрытия полые многоугольные пирамиды с основанием и ребрами объединены в единый пространственный блок системой элементов и панелей, установленных по их вершинам-узлам с соответствующей стороны. Указанные пирамиды с ребрами и вершинами сверху могут быть вписаны в конус, из-за чего имеют одинаковую длину ребер пирамид. Эти пирамиды имеют нижнее плоское основание. При этом элементы противоположного пояса выполнены также плоскими в виде панелей, которые являются основаниями таких же пирамид с равными ребрами, но обращенных вершинами вниз, т. е. вписанных в конусы, исходящих из узлов нижнего пояса структурного блока. Вместе с полученными свойствами, плоскими панелями или основаниями в по-

ясах, нижний и верхний пояса блоков могут описывать любые поверхности, возможные для сочетания многоугольных или четырехугольных ячеек поясов.

Таким образом решаются важные задачи: снижение трудоемкости и повышение несущей способности, упрощение изготовления и монтажа пространственных структур произвольной формы за счет снижения числа типоразмеров элементов и более полного использования прочностных свойств применяемых материалов и увеличения степени сборности, а также повышения эксплуатационных качеств и архитектурной выразительности покрытия в целом.

Пространственный блок 1 структурного покрытия здания, фрагмент которого представлен на рис. 1, включает полые многоугольные пирамиды 2 с основанием 3 и ребрами 4, вписанными в конусы 5, и ориентированные вершинами 6 вверх. Пирамиды объединены в единый пространственный блок 1 системой элементов и панелей 7, установленных по их вершинам 6 с соответствующей стороны, детали 8 соединений в узлах 9, а также стыковочные узлы 10 и стыковочные элементы 11 соединения сборных блоков 1 между собой и опорные элементы 12 и узлы 13. При этом пирамиды 2 с ребрами 4 и вершинами 6 сверху могут быть так вписаны в конус 5, что имеют одинаковую длину ребер 4 пирамид 2, а пирамиды 2 имеют нижнее плоское основание 3, при этом элементы верхнего 14 пояса выполнены также плоскими в виде панелей 7, которые являются основаниями таких же пирамид 2 с равными ребрами 4, но обращенных вершинами 6 вниз и также вписанных в конусы 5, но уже из узлов 9 нижнего 15 пояса структурного блока. Вместе с полученными свойствами нижний 15 и верхний 14 пояса блоков могут описывать любые поверхности, возможные для сочетания ячеек многоугольных плоских оснований 3 поясов.

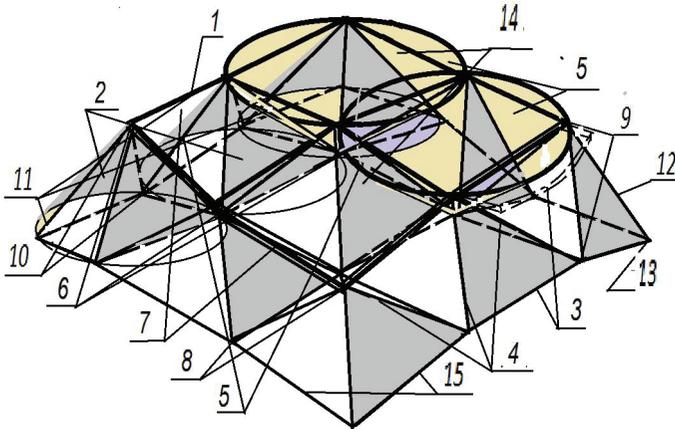


Рис. 1. Фрагмент блока структурного покрытия: 1 – пространственный блок структурного покрытия; 2 – полые многоугольные пирамиды; 3 – основания пирамид; 4 – ребра пирамид; 5 – конусы, в которые вписаны пирамиды; 6 – вершины пирамид; 7 – панели в верхних основаниях пирамид (конусы выделены заливкой); 8 – детали соединений; 9 – узлы соединения пирамид; 10 – стыковочные узлы; 11 – стыковочные элементы; 12 – опорные элементы; 13 – опорные узлы; 14 – верхний и 15 – нижний пояса

Использование указанных конусов и окружностей для построения геометрической сети из плоских четырехугольников или пирамидальных четырехугольных элементов с плоским основанием позволяет на 5–30 % снизить число типоразме-

ров монтажных элементов купола, получить при необходимости плоские четырехугольные панели в покрытиях, обеспечить повышенную точность изготовления при укрупнительной сборке покрытий, а также воспользоваться конструктивными преимуществами предварительного напряжения.

Инновационные конструктивно-технологические формы структурных пространственных покрытий должны обеспечивать реализацию всех вышеизложенных принципов и подходов уже на стадии геометрической разрезки простейшей поверхности в виде сферы. В данной работе предложены и исследованы несколько конструктивно-технологических методов образования структур на простейшей поверхности в виде сферы с четырехугольными плоскими панелями в покрытии, которые названы системой «Антанта» [1–14].

Суть предложенных вариантов разрезов «Антанта» заключается в том, что верхний и нижний пояса представляют собой сборные сферические оболочки, составленные из плоских четырехугольных панелей в верхнем поясе и имеющие общую вершину сферы на панели, выполненной в виде правильного четырехугольника, а нижний пояс составлен основаниями полых или сквозных пирамид. Верхний и нижний пояса построены на основе сети Чебышева с секторами в 90° . Для сферы эта сеть дает те же свойства сферической структуре, что и построения конусами для произвольной поверхности.

На рис. 2 показан пространственный блок структурного покрытия из армированных полых четырехугольных пирамид и панелей с опорными элементами в аксонометрии. Полые четырехугольные пирамиды 2 из армированного бетона с вершинами 6 сверху и с плоским основанием 3 имеют одинаковые размеры ребер 4 пирамид 2. При этом элементы противоположного пояса 14 выполнены также плоскими в виде панелей 7. Пирамиды 2 образуют пояса 14 и 15 в виде сферических поверхностей с единым центром 16; а для лучшего распределения усилий в опорных элементах 12 блоков плоские основания 3 стыковочных элементов пирамид 2 нижнего пояса 15 построены плоскостями из точек опорных узлов 13, которые находятся на соответствующей сферической поверхности пояса и выполнены с ребрами 4 соответствующей длины (т. е. не вписаны в конус 5), а стыковочные элементы-пирамиды 11 блоков выполнены с ребрами 4 одной длины, но также с плоским основанием 3 в стыкуемой части верхнего пояса 14. Условные конусы 5 окрашены заливкой. Опорные узлы 13 расположены в месте соединения смежных блоков 1.

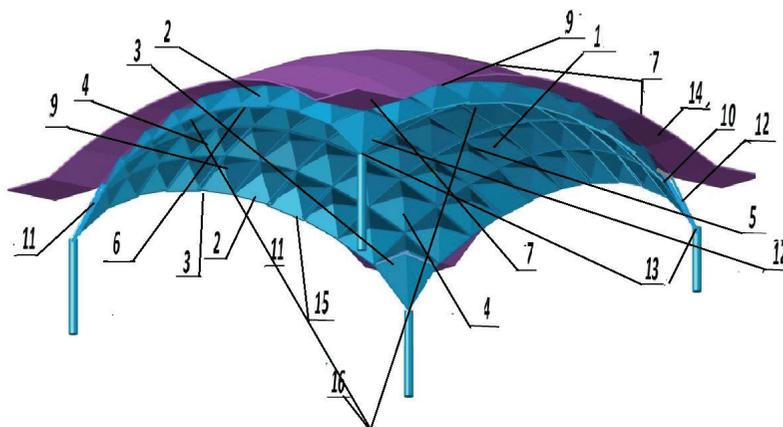


Рис. 2. Армированная пространственная структура со стыковочными панелями в верхнем поясе

Для второго варианта решений в пределах секторов, составляющих 90° , в сборных сферических оболочках поясов четырехугольные панели выполнены каркасными и также с углами, описанными окружностями одного радиуса из центров панелей, лежащих на сфере [1–14]. На рис. 3 изображена аксонометрия структуры из четырех секторов в плане, составляющих 90° . Пространственный блок, показанный здесь, может быть изготовлен таким образом, что пирамиды с вершинами сверху и снизу выполнены каркасными и образуют пояса в виде сферических поверхностей с единым центром. Для лучшего распределения усилий в опорных элементах блоков плоские основания пирамид нижнего пояса построены плоскостями из точек опорных узлов, которые находятся на соответствующей сферической поверхности пояса и выполнены с ребрами соответствующей длины (т. е. не вписаны в конус), а стыковочные элементы-пирамиды блоков выполнены с ребрами одной длины, но также с плоским основанием в стыкуемой части верхнего пояса. Это означает, что предлагаемые геометрические схемы членения сферической структуры могут быть разработаны путем использования в качестве исходной основы сети Чебышева, с целью образования, блокирования и организации объемных и выразительных форм перекрестных покрытий.

Таким образом, на рис. 3 изображен пространственный блок структурного покрытия с консолями и из стержневых элементов, выпуклостью вверх, в виде пространственного блока 1 выпуклостью вверх из каркасных пирамид с консолями 18 (на переднем плане консоли условно не показаны), т. е. пирамид из стержней 19. Пирамиды 2 с вершинами 6 сверху и снизу выполнены каркасными из трубчатых стержней 19 и образуют пояса 14 и 15 в виде сферических поверхностей с единым центром 16.

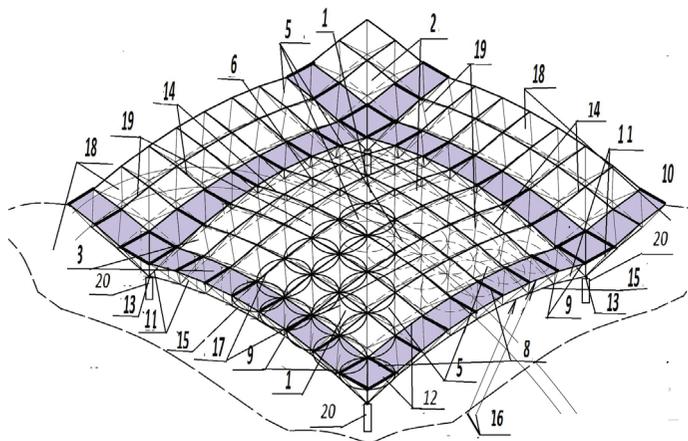


Рис. 3. Фрагмент пространственного блока структурного покрытия здания

Для лучшего распределения усилий в опорных частях блоков 2 плоские основания 3 стыковочных элементов-пирамид 17 нижнего пояса 15 построены плоскостями из точек опорных узлов 13, которые находятся на соответствующей сферической поверхности нижнего пояса 15 и выполнены с ребрами 4 соответствующей длины (т. е. не вписаны в конус). Стыковочные элементы-пирамиды 12 блоков выполнены с ребрами 4 одной длины и также с плоским основанием 3 в стыкуемой части верхнего пояса 14. Стыковочные элементы – условные пирамиды 12 из стержней и панелей покрытия – показаны заливкой. В этих точках опорных узлов 13 установлены опоры 20, а в качестве консолей 18 присоединены части простран-

ственного блока 1 с вылетом до половины пролета.

Структурное покрытие из пространственных блоков 1 с консолями 18 и из стержневых элементов 7, выпуклостью вверх (рис. 3) пирамиды 2 с вершинами 6 сверху и снизу изготавливается каркасным из трубчатых стержней 19, которые образуют пояса 14 и 15, вписанные сферические поверхности с единым центром 16. Для лучшего распределения усилий в опорных частях плоские основания 3 достыковочных элементов-пирамид 17 нижнего пояса 15 построены плоскостями из точек опорных узлов 13, которые находятся на соответствующей сферической поверхности пояса, и эти пирамиды выполнены с ребрами 4 разной длины (т. е. не вписаны в конус), а стыковочные элементы-пирамиды 10 блоков выполнены с ребрами 4 одной длины, но также с плоским основанием 3 в стыкуемой части верхнего пояса 14. Каркасные пирамиды изготавливаются на укрупнительных стендах, затем они укладываются в шахматном порядке: сначала один пояс, затем другой. Укрупненные и стыковочные элементы укладываются и соединяются секторами или фрагментами не менее 1/8 блока по лесам также из секторов с определенной геометрией нижнего пояса 15 (рис. 1) и с возможностью поворота или перемещения лесов вокруг неподвижной центральной части. Предлагаемые геометрические схемы членения сферической структуры разработаны путем использования в качестве исходной основы сети Чебышева, с целью образования, блокирования и организации объемных и выразительных форм перекрестных покрытий.

В третьем варианте решений структурные покрытия выполнены также из плоских каркасных четырехугольных панелей, вписанных, но выпуклостью вниз (см. рис. 4). На рис. 4 показано в аксонометрии снизу структурное покрытие выпуклостью вниз с консолями 18. Пирамиды 2 с вершинами 6 сверху и снизу выполнены каркасными из трубчатых стержней 19 и также образуют поясами 14 и 15 сферические поверхности с единым центром 16, но только сверху. В стыковочных частях блоков 2 плоские основания 3 достыковочных элементов-пирамид 17 верхнего пояса 14 построены плоскостями уже из точек стыковочных узлов 10, которые находятся в центре пролета на соответствующей сферической поверхности верхнего пояса 14 и выполнены с ребрами 4 соответствующей длины (т. е. не вписаны в конус), а стыковочные элементы-пирамиды 12 блоков выполнены с ребрами 4 одной длины и также с плоским основанием 3 в стыкуемой части нижнего пояса 15.

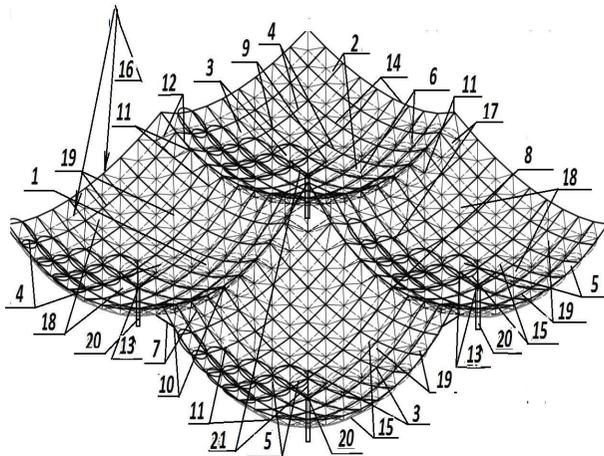


Рис. 4. Пространственный блок структурного покрытия здания

Опорные узлы 13 здесь находятся в центре вогнутой части блока 1 и служат для присоединения узлов 9 каркасной капители 21 из трубчатых опорных элементов-стержней 12, которые устанавливаются на опоры 20.

На рис. 5 показан узел нижнего пояса стержневого покрытия с прямоугольными трубчатыми элементами. Конструктивно пространственный блок может быть изготовлен так, что пирамиды и панели выполнены каркасными из прямоугольных трубчатых стержней, торцы которых сплющены с двойным перегибом и соединены в неполные пирамиды нижнего пояса и панели верхнего пояса на прихватках [11–18]. Затем после сборки всех элементов свариваются в узлах ванной сваркой, с помощью съемных графитовых обойм, т. е. без оставляемой трубчатой внешней обоймы, в готовую конструкцию с деталями в виде оставляемой подкладки, с защитой монтажной пеной и центральной крышкой или деталью для крепления ограждения.

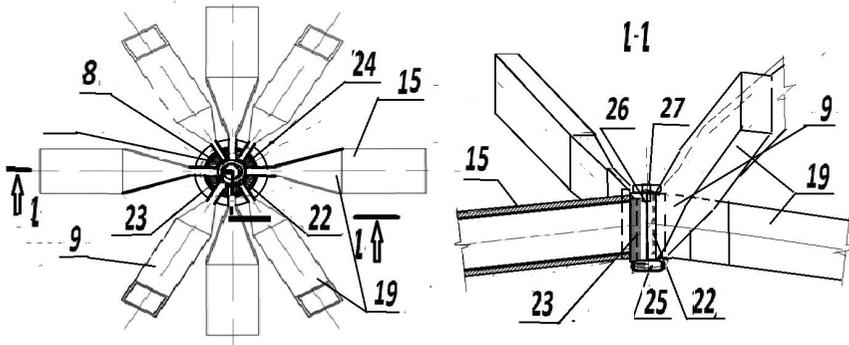


Рис. 5. Узлы структуры на ванной сварке, сплющенные с двойным перегибом торцов трубчатых стержней

Таким образом, узел 9 нижнего пояса 15 стержневого покрытия из прямоугольных трубчатых элементов 19 показан на рис. 5 и изготавливается так же, как и узел верхнего пояса 14 следующим образом:

- пирамиды выполнены каркасными из прямоугольных трубчатых стержней 19, торцы которых сплющены и соединены в смежные каркасные пирамиды нижнего 15 пояса и верхнего 14 поясов на прихватках 22;
- после сборки всех элементов свариваются в узлах 9 ванной сваркой 23, с помощью съемных (графитовых) обойм 24, т. е. без оставляемой трубчатой внешней обоймы, в готовую конструкцию с деталями в виде оставляемой подкладки 25 (подкладка служит также для фиксации нижнего пояса на лесах в виде повторяющейся детали нижнего пояса);
- затем сверху в незаваренной части узла высверливается отверстие и выполняется резьба, полость до резьбы заполняется монтажной пеной 26, затем приворачивается центральная крышка 27 или деталь для крепления ограждения верхнего пояса.

По сравнению с известным решением предлагаемое позволяет снизить трудоемкость изготовления покрытия в целом, упростить изготовление и монтаж за счет снижения числа типоразмеров панелей и элементов, а также уменьшения числа соединяемых монтажных элементов, производить укрупнительную сборку элементов структуры, повысить несущую способность за счет эффективного очертания покрытия и, соответственно, надежность работы конструкции. Также обеспечиваются повышенные эксплуатационные качества и архитектурная выра-



зительность структурного покрытия.

Каждая разновидность разрезки как геометрическая основа имеет свои архитектурные, технологические и конструктивные возможности и будет оптимальна только для определенного вида пространственных структур или оболочек. Отсюда следует, что должны быть предложены, рассчитаны и проработаны параметры нескольких типов разрезов, чтобы в конкретной проектной ситуации можно было выбирать тот вариант, который был бы оптимален для конкретного проектируемого здания или сооружения.

Положение сети, наложенной на криволинейную поверхность сферы, можно описать совокупностью координат ее узлов [19]. Представим, что в евклидовом пространстве центр сферы совмещен с началом координат. Сеть Чебышева принято ориентировать на поверхности так, чтобы исходные направления нитей располагались по взаимно ортогональным геодезическим линиям. Начало сети – центр координат располагаем в точке зенита, координаты которой $X = 0, Y = 0, Z = R_1$. Здесь R_1 – радиус сферы верхнего пояса. Совмещаем границы секторов с направлениями меридиан в плоскостях XOZ и YOZ , являющихся геодезическими линиями на сфере. Координаты узлов сети, размещенных на этих меридианах, можно вычислить по формулам (1):

$$x_{i,j} = y_{i,j} = R_1 \sin(i-1)a; \quad z_{i,j} = R_1 \cos(i-1)a, \quad (1)$$

где i, j – порядковые номера узлов сети по направлениям меридиан вдоль осей X и Y , соответственно, при этом в точке зенита их значения равны 1; $a = \pi/2(n-1)$ – величина дуги между узлами сети в радианах; n – количество узлов сети Чебышева на осевом меридиане.

Задачу вычисления координат узлов сети на сфере, расположенных между осевыми меридианами, можно сформулировать как последовательное отыскание координат четвертых узлов пространственно криволинейных равносторонних четырехугольников ячеек сети по известным координатам двух смежных узлов. На сфере равенство длин дуг означает и равенство их хорд. Заменим рассмотрение пространственно-криволинейной ячейки сети исследованием ее модели в виде ломаного пространственного параллелограмма. Для искомого узла как точки пересечения в пространстве двух отрезков смежных сторон параллелограмма можно записать требование совместности двух нелинейных уравнений (2).

$$(x_{i,j} - x_{i-1,j})^2 + (y_{i,j} - y_{i,j-1})^2 + (z_{i,j} - z_{i-1,j})^2 = h^2; \quad (2)$$

$$(x_{i,j} - x_{i,j-1})^2 + (y_{i,j} - y_{i,j-1})^2 + (z_{i,j} - z_{i,j-1})^2 = h^2,$$

где h – хорда, как кратчайшее расстояние между смежными узлами ячейки сети. Это расстояние легко вычисляется по формуле:

$$h = 2R_1 \sin \frac{a}{2}.$$

Решением системы (2) должно являться уравнение окружности как линии пересечения двух сфер радиуса h с центрами в узлах, смежных с искомым. Условие того, что искомый узел лежит на поверхности сферы, запишем в виде уравнения сферы радиуса R (3).

$$x_{i,j}^2 + y_{i,j}^2 + z_{i,j}^2 = R_1^2. \quad (3)$$

Это уравнение имеет два корня и определяет, что искомый узел может находиться в одной из двух точек пересечения указанной выше окружности с поверхностью сферы. Очевидно, что эти точки суть две противоположные вершины ячейки, положение одной из которых заведомо определено.



Произведем упрощения системы (2), раскрыв скобки и учитывая, что сумма квадратов координат каждого из узлов равна квадрату радиуса сферической поверхности с центром в начале координат (4). Это приводит систему к двум линейным уравнениям (4):

$$k_1 x_{ij} + k_2 y_{ij} + k_3 = 0; \quad (4)$$

$$t_1 x_{ij} + t_2 z_{ij} + t_3 = 0,$$

где для упрощения введены коэффициенты, вычисляемые по формулам (5):

$$k_1 = x_{i-1,j} z_{ij-1} - x_{ij-1} z_{i-1,j};$$

$$t_1 = x_{i-1,j} - y_{i-1,j} k_1 / k_2;$$

$$k_2 = y_{i-1,j} z_{ij-1} - y_{ij-1} z_{i-1,j};$$

$$t_2 = z_{i-1,j};$$

$$k_3 = \left(\frac{h^2}{2} - R_1^2\right)(z_{ij-1} - z_{i-1,j});$$

$$t_3 = \left(\frac{h^2}{2} - R_1^2\right) - y_{i-1,j} k_3 / k_2;$$

Переписав уравнения (4) в виде функций $y_{i,j} = f(x_{i,j})$; $z_{i,j} = f(x_{i,j})$ и подставив их в уравнение (3), получим квадратное уравнение с одним неизвестным (6).

$$Ax_{ij}^2 + 2Bx_{ij} + C = 0. \quad (6)$$

Здесь коэффициенты A , B и свободный член C введены для упрощения записи и вычисляются по формулам (7), с учетом (5).

$$A = 1 + \frac{k_1^2}{k_2^2} + \frac{t_1^2}{t_2^2}; \quad (7)$$

$$B = k_1 k_3 / k_2 + t_3 t_1 / t_2;$$

$$C = \frac{k_3^2}{k_2^2} + \frac{t_3^2}{t_2^2} - R_1^2.$$

Таким образом, для вычисления координат узлов сети Чебышева на сфере достаточно найти больший из корней x_{ij} уравнения (6) и, подставляя его значение в уравнения (4), вычислить значения координат $y_{i,j}$ и $z_{i,j}$. Заметим, что в связи с симметрией достаточно вычислить координаты половины узлов, так как:

$$x_{i,j} = x_{ji}; \quad y_{i,j} = y_{ji}; \quad z_{i,j} = z_{ji}.$$

Для образования верхнего пояса двухпоясной структуры необходимо воспользоваться значениями координат с четными индексами при формировании верхнего пояса $i = 2, 4, 6 \dots 2n$, $j = 2, 4, 6 \dots 2n$.

Координаты структуры выпуклостью вниз (рис. 4) пролетом 24,0 м наиболее эффективной разрезки приведены в таблице.



Координаты узлов повторяемой части структуры пролетом 24,0 м

Номер узла	X (м)	Y (м)	Z (м)	Номер узла	X (м)	Y (м)	Z (м)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	-2104,0	-2104,0	-56777,2	33	21895,9	-21895,9	-47682,7
2	-2098,2	-6306,3	-56465,3	34	21895,9	-26104,0	-47682,7
3	-2086,6	-10490,9	-55839,9	35	26104,0	-26104,0	-47682,7
4	-2069,1	-14645,1	-54897,6	36	-23999,9	24000,0	-42675,6
5	-2045,5	-18754,5	-53633,9	37	-23999,9	18894,5	-45166,0
6	-2015,7	-22802,8	-52043,0	38	-23999,9	15189,7	-46541,5
7	-2015,7	-25197,1	-52043,0	39	-23999,9	11434,6	-47602,4
8	2104,0	-2104,0	-56777,2	40	-23999,9	7642,3	-48355,6
9	2098,2	-6306,3	-56465,3	41	-23999,9	3824,9	-48805,7
10	2086,6	-10490,9	-55839,9	42	-23999,9	0,0	-48955,2
11	2069,1	-14645,1	-54897,6	43	-19278,7	19278,8	-47221,7
12	2045,5	-18754,5	-53633,9	44	-19520,7	15485,1	-48501,3
13	2015,7	-22802,8	-52043,0	45	-19706,8	11648,5	-49489,1
14	2015,7	-25197,1	-52043,0	46	-19838,6	7781,6	-50190,6
15	6289,0	-6289,0	-56155,2	47	-19917,2	3895,4	-50609,8
16	6254,4	-10462,4	-55533,1	48	-19943,3	0,0	-50749,2
17	6202,0	-14605,7	-54595,9	49	-15682,7	15682,7	-49812,9
18	6131,7	-18704,8	-53338,9	50	-15834,8	11799,1	-50825,8
19	6042,6	-22743,6	-51756,4	51	-15942,4	7883,1	-51545,2
20	6042,6	-25256,3	-51756,4	52	-16006,7	3946,5	-51975,2
21	10405,2	-10405,2	-54917,8	53	-16028,0	0,0	-52118,3
22	10318,8	-14526,7	-53990,8	54	-11914,9	11914,9	-51858,3
23	10202,4	-18605,1	-52747,2	55	-11997,0	7961,2	-52591,8
24	10055,3	-22624,6	-51181,3	56	-12046,0	3985,8	-53030,3
25	10055,3	-25375,3	-51181,3	57	-12062,2	0,0	-53176,2
26	14407,3	-14407,3	-53078,8	58	-8016,5	8016,5	-53335,5
27	14246,6	-18454,5	-51855,3	59	-8049,6	4013,7	-53780,1
28	14043,4	-22444,8	-50314,2	60	-8060,5	0,0	-53928,1
29	14043,4	-25555,1	-50314,2	61	-4030,3	4030,3	-54228,4
30	18251,6	-18251,6	-50658,3	62	-4035,8	0,0	-54377,6
31	17994,9	-22202,6	-49150,1	63	-0,0	0,0	-54527,1
32	17994,9	-25797,3	-49150,1				

При формировании нижнего пояса надо пользоваться координатами с нечетными индексами, при этом эти координаты надо пересчитать для радиуса описывающей его поверхности R_2 , при этом $i = 1, 3, 5, \dots, 2n - 1$, $j = 1, 3, 5, \dots, 2n - 1$.

Для решения проблемы расчета разрезов предлагаемых конструктивно-технологических решений систем покрытия предложены автоматизированные сред-



ства в системах *ArchiCAD*, *AvtoCAD* и *LIRA 9.4*, дополненные специальными программными элементами [10–25]. С учетом ограничений они дают разрезы на основе секторов 90° , получаем оптимальную по критерию минимума типоразмеров разрезку на сфере с пятью рядами окружностей (см. рис. 4), состоящую из монтажных только четырехугольных панелей 9 типоразмеров или из пяти правильных четырехугольных панелей, четырех неправильных четырехугольных панелей и двенадцати треугольных панелей-вставок (для стержней – всего 35 типоразмеров).

По приведенным рисункам и схемам можно получить визуальное представление о специфических композиционных и строительных различиях существующих геодезических оболочек и предлагаемых конструктивно-технологических форм сферических оболочек, имеющих эффективные геометрические основы.

Вывод

Разработанные сборные пространственные блоки структурных конструкций «Антанта» могут применяться для покрытий и ограждающих элементов зданий различного назначения, а также для устройства сферических отражателей в зеркальных антеннах и концентраторах энергии. По сравнению с аналогами, эти структуры имеют максимум однотипных монтажных элементов, возможности укрупнительной сборки и максимум эстетического качества при минимуме сборных деталей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антошкин, В. Д. К задаче формирования треугольной сети на сфере с узлами на одном уровне / В. Д. Антошкин. – Текст : непосредственный // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. – 2017. – Т. 13, № 2. – С. 154–160.
2. Антошкин, В. Д. Эффективные конструктивно-технологические решения сборных сферических куполов / В. Д. Антошкин // *Региональная архитектура и строительство*. – 2015. – № 3 (24). – С. 112–121.
3. Перспективные конструктивно-технологические решения сборных сферических оболочек / В. Д. Антошкин, С. С. Гудожников, О. И. Перфильева, И. В. Ерофеева. – Текст : непосредственный // *Актуальные вопросы архитектуры и строительства : материалы тринадцатой Международной научно-технической конференции*. – 2014. – С. 4–15.
4. Антошкин, В. Д. Сферические купола из парных арок одного радиуса / В. Д. Антошкин, М. В. Горина. – Текст : непосредственный // *Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020 : материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции*. – Чебоксары, 2020. – С. 84–92.
5. Антошкин, В. Д. Формирование треугольной сети на сфере с опорными узлами на одном уровне / В. Д. Антошкин, И. В. Ерофеева, М. В. Горина // *Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет*. – Нижний, 2020. – № 4 (56). – С. 49–56.
6. Антошкин, В. Д. Конструктивно-технологические решения сборных сферических оболочек : автореферат диссертации доктора технических наук / Антошкин Василий Дмитриевич ; Юго-Западный государственный университет. – Курск, 2018. – 36 с. – Текст : непосредственный.
7. Антошкин, В. Д. Исследование расчетных моделей несущего каркаса с составным сферическим структурным покрытием / В. Д. Антошкин // *Academia. Архитектура и строительство*. – 2017. – № 1. С. 133–138.
8. Антошкин, В. Д. К вопросу оптимизации треугольной геометрической сети на сфере / В. Д. Антошкин, В. И. Никонов // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11-8. – С. 1669–1673.
9. Коновалов, А. Г. К проблеме оптимизации сборных однослойных оболочек с шестигольным контуром / А. Г. Коновалов, В. И. Травуш, В. Д. Антошкин // *Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений (APCSCE 2018) : программа*



и тезисы докладов (Новосибирск, 1-8 июля 2018 г.) / Российская академия архитектуры и строительных наук, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин). – Новосибирск, 2018. – С. 265.

10. Травуш, В. И. Геодезические купола из парных арок одного радиуса / В. И. Травуш, В. Д. Антошкин, А. Ю. Святкина // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2018. – Т. 20, № 6. С. 98–106.

11. Авторское свидетельство № 1661316 (СССР). Стыковое соединение деревянных элементов : опубл. 09.11.1988 / Антошкин В. Д., Курганский В. Г. – Текст : непосредственный.

12. Патент RU № 2685602 Российская Федерация, С1. Сферическая оболочка с покрытием : № 2018125750 : заявл. 12.07.2018 : опубл. 22.04.2019 / Антошкин В. Д., Травуш В. И., Горина М. В., Антошкин Д. В., Коновалов А. Г., Сагайдак М. О. – Текст : непосредственный.

13. Патент RU № 2625582 Российская Федерация, С1. Составной блок сборного структурного покрытия : № 2016117202 : заявл. 29.04.2016 : опубл. 17.07.2017 / Антошкин В. Д., Травуш В. И., Коновалов А. Г., Ерофеева И. В. – Текст : непосредственный.

14. Патент RUS № 129534 Российская Федерация. Сборная сферическая оболочка : 27.07.2013 / Травуш В. И., Антошкин В. Д., Ерофеев В. Т. – Текст : непосредственный.

15. Патент RUS № 2520192 Российская Федерация. Сборная сферическая оболочка : 06.27.2013 / Травуш В. И., Антошкин В. Д., Ерофеев В. Т. – Текст : непосредственный.

16. Патент RUS 2564545 Российская Федерация. Сборная сферическая оболочка : 28.07.2014 / Травуш В. И., Антошкин В. Д., Ерофеева И. В., Антошкин Д. В. – Текст : непосредственный.

17. Современные конструктивно-технологические решения сферических оболочек. – Текст : непосредственный // Строительство и реконструкция. – 2012. – № 6 (44). – С. 45–55.

18. Конструктивно-технологические возможности сборных сферических оболочек / В. И. Травуш, В. Д. Антошкин, В. Т. Ерофеев, С. С. Гудожников // Строительство и реконструкция. – 2013. – № 6 (50). – С. 36–48.

19. Удлер, Е. М. Сеть Чебышева на поверхности сферы / Е. М. Удлер. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 6. – С. 43–44.

20. Travush, V. I. The problem 7 forming triangular geometric line field / V. I. Travush, V. D. Antoshkin // MATEC Web of Conferences. – 2016. – 86, 010 (2016). – DOI: 10.1051/mateconf/20168601032.

21. Travush, V. I. The problem 4 of placement triangular geometric line field / V. I. Travush, V. D. Antoshkin // MATEC Web of Conferences. – 2016. – 86, 010 (2016) – DOI: 10.1051/mateconf/20168601031.

22. Travush, V. I. To the problem 5 of emplacement of triangular geometric net on the sphere / V. I. Travush, V. D. Antoshkin // MATEC Web of Conferences. – 2017. – 106, 02003 (2017) – DOI: 10.1051/mateconf./201710602012.

23. Travush, V. I. To the problem 6 of emplacement of triangular geometric net on the sphere / V. I. Travush, V. D. Antoshkin // MATEC Web of Conferences. – 2017. – 106, 02012 (2017). – DOI: 10.1051/mateconf/201710602012.

24. Travush, V. I. The task of forming a network on the sphere from the circles of the same radius / V. I. Travush, V. D. Antoshkin, A. Yu. Svyatkina // TPACEE 2018 : E3S Web of Conferences. – 2018. – 91, 02011(2018).

25. The task 3 of forming a network on the sphere from the circles of the same radius / Travush V. I., Antoshkin V. D., Chorina M. V. [et al.] // TPACEE : E3S Web of Conferences. – 2020. – 175, 11029 (2020). – DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017511029>.



ANTOSHKIN Vasily Dmitrievich, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of buildings, structures and highways; GORINA Maria Vyacheslavovna, student; MATYAKUBOV Hasan, student

ADVANCED DESIGN AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR SPATIAL STRUCTURAL COATING

Ogaryov Mordovian State University

68, Bolshevistskaya St., Saransk, 430005, Russia. Tel.: +7 (8342) 24-37-32;

fax: +7 (8342) 47-29-13; e-mail: antovd@mail.ru

Key words: prefabricated spatial structure, spherical shell, design-technological solution, panel, regular quadrangle, cut, pyramid.

The article considers issues of the design-technological shaping of spherical shells based on an arbitrary spatial network. A design-technological method of forming triangular networks on the sphere, which were named "Entente", has been investigated. The minimum number of standard sizes of structural parts and the minimum number of mounting elements of the dome, the possibility of large-scale assembly and prestressing are criteria for optimality.

REFERENCES

1. Antoshkin V. D. K zadache formirovaniya treugolnoy seti na sfere s uzlami na odnom urovne [The problem of emplacement of triangular geometric net on the sphere with nodes on the same level]. International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2017. T. 13. № 2. – P. 154–160..

2. Antoshkin V. D. Effektivnye konstruktivno-tekhnologicheskie resheniya sbornykh sfericheskikh kupolov [Effective design-technological solutions of prefabricated spherical domes]. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo [Regional architecture and construction]. – 2015. № 3 (24). – P. 112–121.

3. Antoshkin V. D., Gudozhnikov S. S., Perfileva O. I., Erofeeva I. V. Perspektivnye konstruktivno-tekhnologicheskie resheniya sbornykh sfericheskikh obolochek [Advanced technological solutions of prefabricated spherical shells]. Aktualnye voprosy arkhitektury i stroitelstva [Actual issues of architecture and construction] : materialy Trinadtsatoy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. – 2014. – P. 4–15.

4. Antoshkin V. D., Gorina M. V. Sfericheskie kupola iz parnykh arok odnogo radiusa [Spherical domes of paired arches of the same radius]. Stroitelstvo i zastroyka: zhiznenny tsikl – 2020. [Construction and development: life cycle, 2020]: materialy V Mezhdunarodnoy (XI Vserossiyskoy) konferentsii. Cheboksary, 2020. P. 84–92.

5. Antoshkin V. D., Erofeeva I. V., Gorina M. V. Formirovanie treugolnoy seti na sfere s opornymi uzlami na odnom urovne [Emplacement of a triangular geometric net on a sphere with support nodes at the same level]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2020. № 4 (56). P. 49–56.

6. Antoshkin V. D. Konstruktivno-tekhnologicheskie resheniya sbornykh sfericheskikh obolochek [Design and technological solutions of prefabricated spherical shells]: Avtoref. dis. dok. tekhn. nauk. Yugo-zapad. gos. un-t. – Kursk, 2018, 36 p.

7. Antoshkin V. D. Issledovanie raschyotnykh modeley nesuschego karkasa s sostavnym sfericheskim strukturnym pokrytiem [Study of computational models of a load-bearing frame with a composite spherical structural coating]. Academia. Arkhitektura i stroitelstvo. [Academia. Architecture and construction]. 2017. № 1. P. 133–138.

8. Antoshkin V. D., Nikonov V. I. K voprosu optimizatsii treugolnoy geometricheskoy seti na sfere [To the issue of optimization of triangular geometric network on a sphere]. Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental researches]. 2014. № 11-8. P. 1669–1673.

9. Konovalov A. G., Travush V. I., Antoshkin V. D. K probleme optimizatsii sbornykh



odnosloynnykh obolochek s shestiyugolnym konturom [On the problem of optimization of prefabricated single-layer shells with a hexagonal contour]. Aktualnye problemy kompyuternogo modelirovaniya konstruktivnykh sooruzheniy (APCSCE 2018): programma i tezisy dokladov [Actual problems of computer modeling of structures and constructions (APCSCE 2018): program and abstracts] (Novosibirsk, 1-8 iyulya 2018). Ross. akadem. arkh. i stroit. nauk, Novosibir. Gos. arkhitektur.-stroit. un-t (Sibstrin). Novosibirsk, 2018. P. 265.

10. Travush V. I., Antoshkin V. D., Svyatkina A. Yu. Geodezicheskie kupola iz parnykh arok odnogo radiusa [Geodesic domes of paired arches of the same radius]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering]. 2018. Vol. 20. № 6. P. 98–106.

11. Antoshkin V. D., Kurgan V. G. Copyright certificate No. 1661316 (USSR). Stykovoie soedinenie derevyannykh elementov [Butt joint of wooden elements] / opubl. 11/09/1988.

12. Antoshkin V. D., Travush V. I., Gorina M. V., Antoshkin D. V., Kononov A. G., Sagaydak M. O. Patent RU № 2685602. Sfericheskaya obolochka s pokrytiem [Spherical shell with a coating] : № 2018125750 : zayavl. 12.07.2018 : opubl. 22.04.2019.

13. Antoshkin V. D., Travush V. I., Kononov A. G., Erofeeva I. V. Patent RU 2625582 Sostavnoy blok sbornogo strukturnogo pokrytiya [Composite block of prefabricated structural coating] : № 2016117202 : zayavl. 29.04.2016 : opubl. 17.07.2017.

14. Travush V. I., Antoshkin V. D., Erofeev V. T. Patent RUS № 129534 Russian Federation. Sbornaya sfericheskaya obolochka [Prefabricated spherical shell] : 27.07.2013.

15. Travush V. I., Antoshkin V. D., Erofeev V. T. Patent RUS № 2520192. Sbornaya sfericheskaya obolochka [Prefabricated spherical shell]: 06. 27.2013.

16. Travush V. I., Antoshkin V. D., Erofeeva I. V., Antoshkin D. V. Patent RUS 2564545. Sbornaya sfericheskaya obolochka [Prefabricated spherical shell]: 28.07.2014.

17. Travush V. I., Antoshkin V. D., Erofeev V. T., Gudoshnikov S. S. Sovremennyye konstruktivno-tehnologicheskie resheniya sfericheskikh obolochek [Modern design and technological solutions of spherical shells]. Stroitelstvo i rekonstruktsiya [Construction and reconstruction]. – 2012. № 6 (44). – P. 45–55.

18. Travush V. I., Antoshkin V. D., Erofeev V. T., Gudoshnikov S. S. Konstruktivno-tehnologicheskie vozmozhnosti sbornykh sfericheskikh obolochek [Design-technological capabilities of prefabricated spherical shells]. Stroitelstvo i rekonstruktsiya [Construction and reconstruction]. – 2013. № 6 (50). – P. 36–48.

19. Udler E. M. Set Chebysheva na poverkhnosti sfery [Chebyshev's network on the surface of a sphere]. Mezhdunarodny zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy [International Journal of Applied and Fundamental Research]. – 2014. – № 6. – P. 43–44.

20. Travush V. I., Antoshkin V. D. Problem 7 of forming triangular geometric line field. MATEC Web of Conferences 86, 010 (2016) – DOI: 10.1051/mateconf/20168601032.

21. Travush V. I., Antoshkin V. D. Problem 4 of placement of triangular geometric line field. MATEC Web of Conferences 86, 010 (2016) – DOI: 10.1051/mateconf/20168601031.

22. Travush V. I., Antoshkin V. D. To problem 5 of emplacement of triangular geometric net on the sphere. MATEC Web of Conferences 106, 02003 (2017) – DOI: 10.1051/mateconf/201710602012.

23. Travush V. I., Antoshkin V. D. To problem 6 of emplacement of triangular geometric net on the sphere. MATEC Web of Conferences 106, 02012 (2017) – DOI: 10.1051/mateconf/201710602012.

24. Travush V. I., Antoshkin V. D., Svyatkina A. Yu. The task of forming a network on the sphere of the circles of the same radius. TPACEE 2018: E3S Web of Conferences – 2018. – 91, 02011(2018).

25. Travush V. I., Antoshkin V. D., Chorina M. V., et al. Task 3 of forming a network on the sphere from the circles of the same radius, E3S Web of Conferences. – 2020. – 175, 11029 (2020) – DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017511029>.

© В. Д. Антошкин, М. В. Горина, Х. Матякубов, 2021

Получено: 27.05.2021 г.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 699.86:692.23

В. Н. КУПРИЯНОВ, чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. кафедры архитектуры

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ В НИХ ВОДЯНОГО ПАРА

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1. Тел.: 8-987-290-19-98;
e-mail: kuprivan@kgasu.ru

Ключевые слова: конденсация, переувлажнение, давление водяного пара, температура, климат.

Переувлажнение ограждающих конструкций является отрицательным фактором их эксплуатации, поскольку снижает теплозащиту, вызывает коррозионные процессы, приводит к разрушению материалов ограждений за счет их попеременного замораживания и оттаивания. Ограждающие конструкции, разработанные по правилам энергосбережения, имеют непредсказуемое накопление конденсата и уровень переувлажнения в эксплуатационных условиях. В статье исследовано новое понятие «температура начала конденсации», которое является характеристикой конструктивного решения ограждений и использованных материалов и характеризует способность конструктивного решения ограждения к переувлажнению в заданных климатических условиях.

Введение

Эксплуатация зданий и сооружений сопровождается переносом тепла и водяного пара через ограждающие конструкции в наружный воздух. В зимние месяцы эти потоки максимальны, к лету ослабевают и могут изменить направление на противоположное. Величиной теплового потока определяются теплопотери зданий, расход энергии на отопление и в целом энергоэффективность проектных решений. По этой причине обеспечению требуемой теплозащиты при проектировании ограждающих конструкций уделяется повышенное внимание.

Поток водяного пара определяет влажностное состояние ограждающих конструкций, а их переувлажнение сопровождается потерей теплозащиты, коррозионными процессами и разрушением материалов наружных слоев при замораживании и оттаивании. Однако учет и прогнозирование переувлажнения ограждающих конструкций при их проектировании действующие нормативные документы не регламентируют. Раздел СП 50 [1] «защита от переувлажнения» не позволяет определить степень переувлажнения ограждающих конструкций, потому что параметры расчетных формул определяются при среднегодовых значениях климатических факторов.

В проектной практике широко известен графоаналитический метод Фокина по оценке конденсации водяного пара в ограждающих конструкциях [2]. Однако этот метод также не позволяет определить продолжительность увлажнения и количество конденсата, потому что имеет ряд неточностей и неопределенностей. Так, метод Фокина не учитывает сопротивления к влагопереходу у поверхностей ограждения. В методе не регламентирована расчетная температура наружного воздуха, поэтому результаты расчета зависят от произвольного выбора температуры и могут оказаться диаметрально противоположными [3].



Целью настоящей работы является разработка физически обоснованного метода оценки и прогнозирования уровня переувлажнения ограждающих конструкций при их эксплуатации в заданном климате. Такой метод станет эффективным инструментом при проектировании ограждающих конструкций в целях предотвращения их переувлажнения. Отдельные аспекты нового метода изложены в работах [4–7].

Разработка метода определения температуры начала конденсации

Конденсация водяных паров возникает в тех участках ограждающих конструкций, в которых предел насыщения E становится равным парциальному давлению водяного пара e , $E = e$ или $(E - e) = 0$. При этом предел насыщения водяного пара E по сечениям ограждающих конструкций определяется температурой в этих сечениях, которая, в соответствии с теплопроводностью материальных слоев, зависит от температуры наружного воздуха t_n .

Если температура наружного воздуха достаточно высокая, то давление насыщения E будет выше парциального давления e , разность давлений положительная, влажность воздуха меньше 100 %, и конденсация водяных паров в порах материала не возникает. Если t_n будет достаточно низкой, то давление насыщения E окажется ниже парциального давления e , что невозможно с физической точки зрения, разность давлений будет отрицательной $(E - e) < 0$, влажность воздуха 100 %, и возникает конденсат. При этом: чем ниже t_n , тем на большей части поперечного сечения ограждения происходит конденсация и возникает зона конденсации.

Между высокой t_n , когда конденсация отсутствует, и низкой t_n , когда образуется зона конденсации, должно существовать такое значение температуры, при котором впервые в сечении максимального увлажнения возникает конденсация водяного пара, и начинает формироваться плоскость конденсации. Эта температура наружного воздуха получила наименование «температура начала конденсации $t_{нк}$ ».

Исследования показали, что «температура начала конденсации» является теплотехническим параметром ограждающих конструкций, который позволяет по-новому оценить закономерности конденсации водяных паров в ограждениях.

Во-первых, температура начала конденсации представляет собой обобщенный параметр конструктивного решения ограждений и использованных материалов, свойства которых определяют разность давлений в плоскости максимального увлажнения и возникновение конденсации. В связи с этим можно предположить, что каждое конструктивное решение ограждения будет иметь собственную температуру начала конденсации.

Во-вторых, температура начала конденсации, $t_{нк}$ является границей в температурной шкале наружного воздуха места строительства и делит эту шкалу на две части. При температуре наружного воздуха выше $t_{нк}$ конденсация водяных паров в ограждении отсутствует, а при температуре наружного воздуха ниже $t_{нк}$ в ограждении будет конденсироваться водяной пар.

В-третьих, при сопоставлении $t_{нк}$ ограждающей конструкции с годовым ходом температуры наружного воздуха места строительства можно прогнозировать уровень конденсации и степень увлажнения проектируемого ограждения в данном климате, рис. 1.

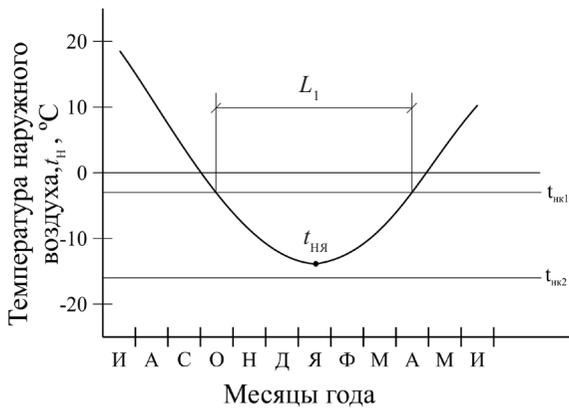


Рис. 1. Сопоставление годового хода среднемесячных температур наружного воздуха с $t_{нк}$ двух условных ограждающих конструкций

У ограждения № 1 $t_{нк1}$ расположена выше средней температуры $t_{нЯ}$ самого холодного месяца – января, и можно видеть большую продолжительность конденсации водяного пара L_1 и большой «запас холода» за счет снижения t_n до $t_{нЯ}$ и далее до минимальных температур в данном климате.

У ограждения № 2 $t_{нк2}$ расположена ниже $t_{нЯ}$ и можно ожидать небольшую продолжительность и количество конденсата только за счет суточных амплитуд и возможных волн холода.

Таким образом, путем сопоставления $t_{нк}$ с годовым ходом t_n можно на стадии проектирования ограждающих конструкций прогнозировать степень их переувлажнения в эксплуатации.

Определение температур начала конденсации ограждающих конструкций проводится в два этапа:

1. Определяются сопротивления влагообмену у внутренней $R_{пв}$ и наружной $R_{пн}$ поверхностей ограждения, общее сопротивление паропрооницанию ограждающих конструкций $R_{по} = R_{пв} + R_{пк} + R_{пн}$ и сопротивление паропрооницанию части ограждения от внутреннего воздуха до плоскости максимального увлажнения. В основу определения $R_{пв}$ и $R_{пн}$ положено равенство потоков водяного пара на всех участках ограждающей конструкции при отсутствии конденсации

$G_K = \frac{e_v - e_{вп}}{R_{пв}} = \frac{e_{вп} - e_{нп}}{R_{пк}} = \frac{e_{нп} - e_n}{R_{пн}}$, мг/м²·ч, где $R_{пк}$ – сопротивление паропрооницанию материальных слоев ограждения. Параметры $e_{вп}$ и $e_{нп}$ определяются через температуры поверхностей ограждения τ_v и τ_n и относительные влажности воздуха в помещении и в наружном воздухе – по известной формуле $e = \varphi \cdot E/100$, Па.

2. Определяется температура начала конденсации $t_{нк}$ путем построения зависимости $(E - e)$ от t_n по сечению максимального увлажнения при нескольких температурах наружного воздуха. Пересечение зависимости $(E - e)$ от t_n с горизонталью $(E - e) = 0$ указывает на температуру начала конденсации $t_{нк}$.

Выбор расчетных температур наружного воздуха основан на следующих требованиях: одно значение должно быть достаточно высоким, при котором заведомо отсутствует конденсация водяного пара; другое – достаточно низкое, при котором в ограждении образуется зона конденсации; а между ними выбираются 1-2 значе-



ния t_n для обеспечения графического построения зависимости $(E - e)$ от t_n .

Исследованиями установлено, что наиболее оптимальный набор расчетных температур наружного воздуха состоит из трех значений:

- 1) среднегодовая температура;
- 2) среднемесячная температура наиболее холодного месяца – января;
- 3) среднемесячная температура января снижения на максимальную суточную амплитуду.

Пример расчета температуры начала конденсации ограждающей конструкции

Определить температуру начала конденсации трехслойной ограждающей конструкции.

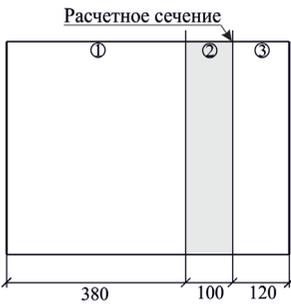


Рис. 2. Расчетная схема

Параметры слоев:

1. Керамический кирпич,

$$\lambda = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С}),$$

$$\mu = 0,11 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}), \delta = 0,38 \text{ м.}$$

2. Минеральная вата,

$$\lambda = 0,042 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С}),$$

$$\mu = 0,32 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}), \delta = 0,1 \text{ м.}$$

3. Керамический кирпич,

$$\lambda = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С}),$$

$$\mu = 0,11 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}), \delta = 0,12 \text{ м.}$$

$$e_B = 0,5 \cdot 2338 = 1169 \text{ Па.}$$

Микроклимат помещения:

$$t_B = 20 \text{ }^\circ\text{С}, \varphi_B = 50 \%, E_B = 2338 \text{ Па,}$$

Расчетные параметры климата (г. Казань):

1. Среднегодовая температура наружного воздуха

$$t_n = +4,2 \text{ }^\circ\text{С}, \varphi_n = 76 \%,$$

2. Среднемесячная температура самого холодного месяца – января

$$t_n = -11,6 \text{ }^\circ\text{С}, \varphi_n = 80 \%,$$

3. Среднемесячная температура января, сниженная на максимальную суточную амплитуду,

$$t_n = -21,8 \text{ }^\circ\text{С}, \varphi_n = 84 \%.$$

Основные теплотехнические показатели:

$$R_{T0} = 3,24 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}/\text{Вт}, R_{T,3/н} = 3,2 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}/\text{Вт},$$

$$R_{T,2/3} = 3,03 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}/\text{Вт}, R_{ПК} = 4,85 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{мг},$$

Сопротивление влагообмену у внутренней $R_{ПВ}$ и наружной $R_{ПН}$ поверхностей ограждения при $t_n = +4,2 \text{ }^\circ\text{С}$ (то есть при отсутствии конденсации водяных паров)

$$\tau_B = t_B - ((t_B - t_n)/R_{T0}) \cdot R_{ТВ} = 20 - ((20 - 4,2)/3,24) \cdot 0,11 = 19,5 \text{ }^\circ\text{С}, E_{ВП} = 2266 \text{ Па,}$$

$$e_B = 0,5 \cdot 2266 = 1133 \text{ Па.}$$

$$\tau_n = t_n - ((t_n - t_n)/R_{T0}) \cdot R_{T,3/н} = 20 - ((20 - 4,2)/3,24) \cdot 3,2 = 4,4 \text{ }^\circ\text{С}, E_{ВП} = 836 \text{ Па,}$$

$$e_B = 0,76 \cdot 836 = 635 \text{ Па.}$$

Поток водяного пара через ограждение

$$G_k = \frac{e_{ВП} - e_{ПН}}{R_{ПК}} = \frac{1135 - 635}{4,85} = 103 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}),$$



$$R_{ТВ} = \frac{e_B - e_{ВП}}{G_K} = \frac{1169 - 1133}{103} = 0,35 (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}) / \text{мг},$$

$$R_{ТВ} = \frac{e_{НП} - e_H}{G_K} = \frac{635 - 627}{103} = 0,08 (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}) / \text{мг},$$

$$R_{П0} = R_{ТВ} + R_{ПК} + R_{ПН} = 0,35 + 4,85 + 0,08 = 5,28 (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}) / \text{мг},$$

$$R_{П,2/3} = R_{ТВ} + \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2} = 0,35 + \frac{0,38}{0,11} + \frac{0,1}{0,32} = 4,11 (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}) / \text{мг}.$$

Разность давлений $(E - e)$ по расчетному сечению 2/3:

При $t_H = +4,2$ °С, $\varphi_H = 76$ %, $E_H = 825$ Па, $e_H = 0,76 \cdot 825 = 627$ Па.

$$\tau_{2/3} = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_{T0}} \cdot R_{Т,2/3} = 20 - \frac{20 - 4,2}{3,24} \cdot 3,03 = -5,2$$
 °С, $E_{2/3} = 885$ Па,

$$e_{2/3} = e_B - \frac{e_B - e_H}{R_{П0}} \cdot R_{П,2/3} = 1169 - \frac{1169 - 627}{5,28} \cdot 4,11 = 747 \text{ Па}.$$

Разность давлений $(E - e) = 885 - 747 = 138$ Па.

При $t_H = -11,6$ °С, $\varphi_H = 80$ %, $E_H = 225$ Па, $e_H = 0,8 \cdot 225 = 180$ Па.

$$\tau_{2/3} = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_{T0}} \cdot R_{Т,2/3} = 20 - \frac{20 + 11,6}{3,24} \cdot 3,03 = -9,5$$
 °С, $E_{2/3} = 268$ Па,

$$e_{2/3} = e_B - \frac{e_B - e_H}{R_{П0}} \cdot R_{П,2/3} = 1169 - \frac{1169 - 180}{5,28} \cdot 4,11 = 399 \text{ Па}.$$

Разность давлений $(E - e) = 268 - 399 = -131$ Па.

При $t_H = -21,8$ °С, $\varphi_H = 84$ %, $E_H = 87$ Па, $e_H = 0,84 \cdot 87 = 73$ Па.

$$\tau_{2/3} = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_{T0}} \cdot R_{Т,2/3} = 20 - \frac{20 + 21,8}{3,24} \cdot 3,03 = -19,1$$
 °С, $E_{2/3} = 11,2$ Па,

$$e_{2/3} = e_B - \frac{e_B - e_H}{R_{П0}} \cdot R_{П,2/3} = 1169 - \frac{1169 - 73}{5,28} \cdot 4,11 = 316 \text{ Па}.$$

Разность давлений $(E - e) = 11,2 - 316 = -304,8$ Па.

Результаты расчета разности давлений $(E - e)$ перенесены на график, рис. 3.

Из рисунка следует, что температура начала конденсации трехслойной ограждающей конструкции $t_{нк} = -3$ °С.

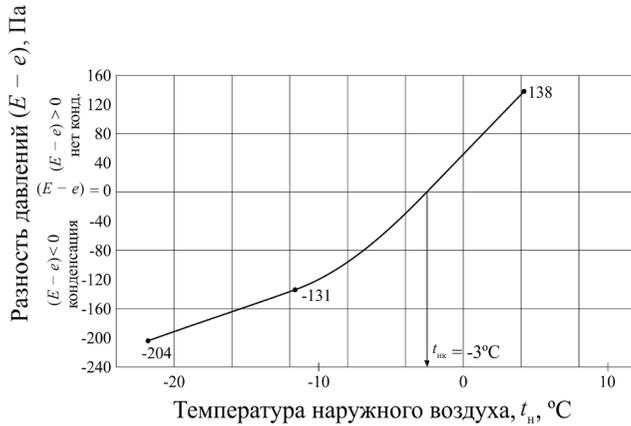


Рис. 3. Определение температуры начала конденсации трехслойного ограждения по зависимости $(E - e)$ от t_n

По аналогичному алгоритму рассчитаны температуры начала конденсации нескольких ограждающих конструкций, различающихся конструктивным решением и выбранными материалами (см. таблицу). В таблицу включены результаты исследований, полученные ранее [6], (1-я и 4-я строки). Шестой столбец таблицы «Т, часы» представляет собой продолжительность действия температуры наружного воздуха ниже $t_{нк}$ [7, 8]. Седьмой – количество граммов конденсата в 1 м^2 ограждения ΣQ_k , которое накопится в ограждении за продолжительность времени Т, часы.

Но- мер опы- та	Ограждающая конструкция	$R_{т0}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$	$R_{п0}$, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$	$t_{нк}$, °C	Т, часы	ΣQ_k , г/м^2
		<u>Вт</u>	<u>мг</u>			
1	2	3	4	5	6	7
1	Многослойная с конструктивным слоем из кирпича и утеплителем из монолитного пенобетона	2,40	3,86	0	4 101	631,9
2	Трехслойная из керамического кирпича и утеплителя из минеральной ваты	3,24	5,28	-3	2 918	144,4
3	Однослойная из керамического кирпича толщиной 77 см	1,25	8,69	-13	1 130	42,5
4	Многослойная с конструктивным слоем из монолитного железобетона и утеплителя из экструдированного пенополистирола	3,62	23,02	-16	885	6,6

Из таблицы видно, что $t_{нк}$ ограждающих конструкций изменяется от 0 °C до -16 °C , то есть подтверждается ранее высказанное предположение о том, что каждая ограждающая конструкция имеет собственную температуру начала конденсации. В одних и тех же климатических условиях конденсация водяного пара в этих ограждающих конструкциях начнется при разных температурах наружного воздуха от 0 °C до -16 °C и, следовательно, разными будут как продолжительность конденсации (Т, часы), так и количество конденсата (ΣQ_k , г/м^2). Так, в ограждаю-



щей конструкции № 1 ($t_{\text{нк}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$) $T = 4\ 101$ ч, $\Sigma Q_{\text{к}} = 631,9$ г/м², а в ограждающей конструкции № 4 (при $t_{\text{нк}} = -16 \text{ }^\circ\text{C}$) $T = 885$ ч, а $\Sigma Q_{\text{к}} = 6,6$ г/м².

Таким образом, с понижением $t_{\text{нк}}$ снижаются как продолжительность увлажнения (T , часы), так и количество конденсата ($\Sigma Q_{\text{к}}$, г/м²), что подтверждает функцию параметра «температура начала конденсации $t_{\text{нк}}$ » как индикатора уровня переувлажнения ограждающих конструкций.

Для защиты от переувлажнения требуется проектировать ограждения с пониженным значением $t_{\text{нк}}$. Однако оптимальный уровень «пониженности $t_{\text{нк}}$ » можно обосновать на основе сопоставления $t_{\text{нк}}$ с годовым ходом температуры наружного воздуха (по аналогии с рис. 1).

Следует отметить, что сопротивление паропрооницанию ограждающих конструкций $R_{\text{п0}}$ (столбец 4 таблицы) определенным образом коррелирован с $t_{\text{нк}}$, T и $\Sigma Q_{\text{к}}$. По-видимому, $R_{\text{п0}}$ является первичным параметром при проектировании ограждающих конструкций с пониженным значением $t_{\text{нк}}$.

Заключение

1. Результаты исследований показали, что температура начала конденсации ограждающих конструкций представляет собой обобщенный параметр конструктивного решения и использованных материалов, является новым теплотехническим параметром и индикатором их переувлажнения в эксплуатации.

2. Разработанный метод определения температуры начала конденсации является новым инструментом проектирования, который позволяет в процессе проектирования ограждающих конструкций прогнозировать степень их переувлажнения в заданном климате и вносить коррективы в конструктивные решения или выбор материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий : издание официальное : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 июня 2012 г. № 265 : актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 : дата введения 01 июля 2013 г. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525>. – Текст : электронный.
2. Фокин, К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К. Ф. Фокин. – Изд-е 5-е, пересмотренное. – Москва : АВОК-ПРЕСС, 2006. – 256 с. – ISBN 5-98267-023-5. – Текст : непосредственный.
3. Куприянов, В. Н. К вопросу о паропрооницаемости ограждающих конструкций / В. Н. Куприянов, И. Ш. Сафин, А. Г. Хабибуллина. – Текст : непосредственный // Academia. Строительство и архитектура. – 2009. – № 5. – С. 504–507.
4. Куприянов, В. Н. К определению температуры начала конденсации парообразной влаги в наружных стенах / В. Н. Куприянов, И. Ш. Сафин. – Текст : непосредственный // Вестник ВРО РАССН. – Нижний Новгород, 2014. – № 17. – С. 275–282.
5. Куприянов, В. Н. Основные принципы конструирования наружных стен с ограничением конденсации в них парообразной влаги / В. Н. Куприянов. – Текст : непосредственный // Строительство и реконструкция. – 2015. – № 2 (85). – С. 120–127.
6. Куприянов, В. Н. Климатология и физика архитектурной среды : монография / В. Н. Куприянов. – Москва : АСВ, 2016. – 194 с. – ISBN 978-5-4323-0185-7. – Текст : непосредственный.
7. Куприянов, В. Н. Совершенствование метода расчета по защите от переувлажнения ограждающих конструкций / В. Н. Куприянов. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – 2017. – № 5. – С. 38–43.
8. Строительная климатология : справочное пособие к СНиП 23-01-99* / под редакцией В. К. Савина. – Москва : НИИ строительной физики РААСН, 2006. – 258 с. – ISBN 5-902630-04-5. – Текст : непосредственный.



KUPIRYANOV Valery Nikolaevich, corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor of the chair of architecture

PREDICTION OF THE OVERWETTING OF ENCLOSING STRUCTURES DURING WATER STEAM CONDENSATION IN THEM

Kazan State University of Architecture and Engineering
1, Zelenaya St., Kazan, 420043, Russia. Tel.: +7 (987) 290-19-98;
e-mail: kuprivan@kgsu.ru

Key words: condensation, overwetting, water vapor pressure, temperature, climate.

The overwetting of the enclosing structures is a negative factor of their operation, since it reduces heat protection, causes corrosion processes, and leads to the destruction of enclosing materials due to their alternate freezing and thawing. Enclosing structures designed according to the energy saving rules have an unpredictable accumulation of condensate and a level of over-humidification under operating conditions. The article explores a new concept "the temperature of condensation onset", which is a characteristic of the constructive solution of enclosures and used materials and characterizes the ability of the constructive solution of the enclosure to overwetting in the given climatic conditions.

REFERENCES

1. SP 50.13330.2012. Teplovaya zaschita zdaniy [Thermal protection of buildings] : izdanie ofitsialnoe : utverzhd. prikazom Min-va regional. Razvitiya RF ot 30 iyunya 2012 g. № 265 : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 23-02-2003 : data vved. 01 iyulya 2013 g. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525>.
2. Fokin K.F. Stroitel'naya teplotekhnika ogradhdayuschikh chastei zdaniy [Building heat engineering of building enclosures]. Izd-e 5-e, peresmotr. Moscow: AVOK-PRESS, 2006. 256 p.
3. Kupriyanov V. N. Safin I. Sh., Khabibullina A. G. K voprosu o paropronitsaemosti ogradhdayuschikh konstruksiy [On the question of vapor permeability of enclosing structures] // Academia. Stroitelstvo i arkhitektura [Academia. Construction and architecture], 2009, № 5, p. 504–507.
4. Kupriyanov V. N., Safin I. Sh. K opredeleniyu temperatury nachala kondensatsii paroobraznoy vlagi v naruzhnykh stenakh [To the determination of the temperature of the beginning of condensation of vaporous moisture in the outer walls] // Vestnik VRO RAASN [Bulletin of the VRO RAACS], Nizhny Novgorod, 2014, № 17, p. 275–282.
5. Kupriyanov V. N. Osnovnye printsiipy konstruirovaniya naruzhnykh sten s ogranicheniem kondensatsii v nikh paroobraznoy vlagi [Basic principles of designing external walls with limited condensation of vaporous moisture in them] // Stroitelstvo i rekonstruktsiya [Construction and reconstruction], 2015, № 2 (85), p. 120–127.
6. Kupriyanov V. N. Klimatologiya i fizika arkhitekturnoy sredy [Climatology and Physics of the Architectural Environment]: monografiya. – Moscow : ASV, 2016, 194 p. – ISBN 978-5-4323-0185-7.
7. Kupriyanov V. N. Sovershenstvovanie metoda raschyota po zaschite ot pereuvlazhneniya ogradhdayuschikh konstruksiy [Improvement of the calculation method for protection against overwetting of enclosing structures] // Zhilishchnoe stroitelstvo, 2017, № 5, p. 38–43.
8. Stroitel'naya klimatologiya [Construction climatology]: spravochnoe posobie k SNiP 23-01-99* / pod red. V. K. Savina. – Moscow : NII stroitelnoy fiziki RAASN, 2006, 258 p. – ISBN 5-902630-04-5.

© **В. Н. Куприянов, 2021**

Получено: 02.04.2021 г.



УДК 628.8

А. Г. РЫМАРОВ, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции; **Д. Г. ТИТКОВ**, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; эл. почта: gumarov@yandex.ru

Ключевые слова: личное пространство в квартире, микроклимат, энергосбережение.

Предложено сформировать работу системы отопления в личных пространствах в жилом здании с учетом индивидуальных потребностей конкретного человека и с учетом особенностей его физического состояния.

Индивидуализация жизни человека связана с качеством микроклимата, окружающего человека в помещении. Нормы микроклимата соответствуют удовлетворению примерно 75 % людей, однако 25 % – переменная величина, зависящая от активности и особенностей метаболизма человека в каждый данный момент времени, что касается и кажущихся стабильными 75 %. Формирование инженерных систем с учетом индивидуальных физиологических особенностей человека позволит экономнее расходовать энергетические ресурсы и тратить тепловую энергию локально с учетом необходимости для каждого человека. Скорее всего было бы правильно, когда у человека есть индивидуальное место дома, где создается микроклимат нужный конкретному человеку в каждый данный конкретный момент времени. Наличие частных пространств для каждого человека в квартирах и частных домах улучшит социокультурный аспект развития общества, так как снимет напряжение между людьми и создаст возможности для более глубокого и всестороннего развития личности [1, 2, 3]. Кроме того, изменения климата, окружающего здание, также удобно учесть при формировании микроклимата в индивидуальных пространствах жилого здания с учетом необходимости для каждого конкретного человека. Индивидуальное жилое пространство (помещение) с более тонко настроенными инженерными системами, формирующими в нем микроклимат под потребности конкретного человека, можно реализовать на основе мониторинга изменения в нем параметров микроклимата [4] и климата, окружающего здание [5], с учетом влияния массивности ограждающих конструкций [6]. Энергетическая эффективность жилых зданий определяется взаимосвязанным влиянием инженерных систем, формирующих микроклимат, и тепловой защитой ограждающих конструкций [7, 8].

Рассмотрим холодный период года для климата города Москвы и жилую комнату в многоквартирном здании как частное пространство с индивидуальной системой отопления. Комната площадью 20 м² с наружной стеной площадью 7,4 м² и окном площадью 3 м². Все остальные ограждающие конструкции в данном помещении приняты внутренними без потерь и поступлений теплоты. В помещении есть отопительный прибор, подключенный по двухтрубной и по комнатной схеме разводки труб системы отопления. Рассмотрим несколько вариантов, учитывая-



ющих особенности пребывания человека в помещении. В первом варианте рассмотрим одного человека, который находится в помещении постоянно в течение 24 часов, при этом он является источником теплоты: с 11 вечера до 6 часов утра он отдыхает, находясь в состоянии покоя, с 7 до 9 часов утра имеет место легкая работа, с 10 до 18 часов он выполняет работу средней тяжести, с 19 до 22 часов выполняется легкая работа, в периоды с 7 утра до 22 часов в помещении имеют место дополнительные тепловые поступления бытового характера. Во втором варианте человек делает то же самое, что и в первом варианте, но уходит на работу с 10 до 18 часов, выключая все бытовые источники теплоты.

Результаты расчетов потоков теплоты в течение суток и температурного режима в рассматриваемом помещении показаны на рис. 1 и 2. Во время пребывания человека в помещении температура воздуха находится на допустимом уровне (вариант 1), при этом небольшой подогрев воздуха может понадобиться в период отдыха. При уходе человека на работу в период между 10 и 18 часами тепловых избытков нет, а температура понижается до 15 °С (рис. 2, вариант 2). В данном случае экономия тепловой энергии составит 7 % при внутренней температуре 18 °С и 11 % при температуре внутреннего воздуха 20 °С.

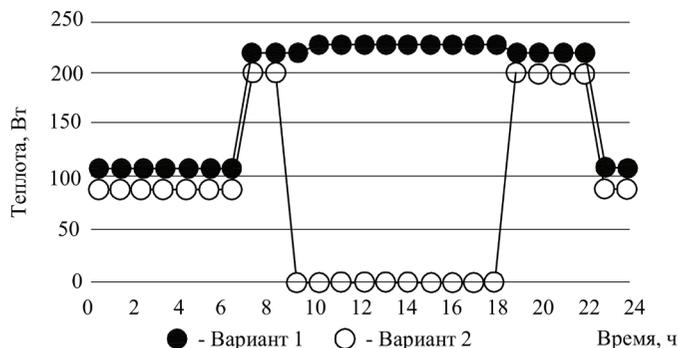


Рис. 1. Изменение теплоступлений в помещении в течение суток без дополнительного подогрева внутреннего воздуха

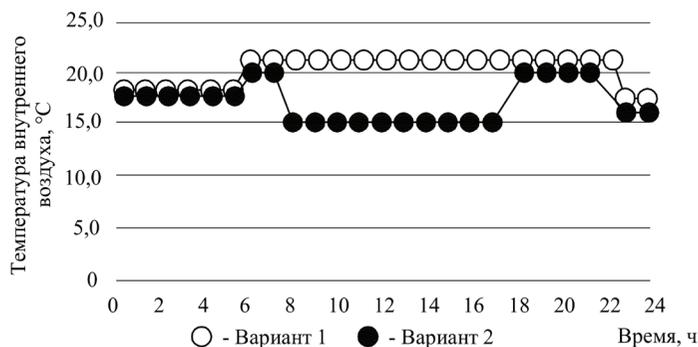


Рис. 2. Изменение температуры воздуха внутри помещения без дополнительного подогрева

Если человеку нужен более теплый микроклимат, дополнительный отопительный прибор может отрегулировать температуру воздуха до нужного значения,



например, до температуры 28 °С в период бодрствования и до температуры около 25 °С в период сна (рис. 3, вариант 3) или до 25 °С в течение всех часов суток (рис. 3, вариант 4), а также возможны другие варианты. Но все равно, если человек уйдет из помещения на работу или в магазин, или еще куда-нибудь, то температура может быть понижена до 15 °С (рис. 3, вариант 5), и экономия тепловой энергии составит величину 20 % при температуре 25 °С и 25 % при температуре 28 °С.

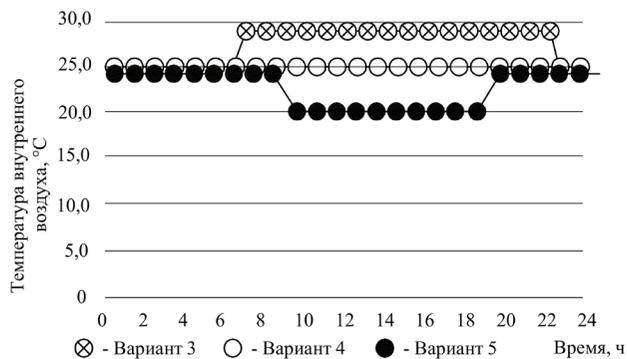


Рис. 3. Изменение температуры воздуха внутри помещения с дополнительным подогревом

Организация работы системы отопления в индивидуальном частном пространстве может быть следующей. В помещении устанавливаются два отопительных прибора: основной, или базовый отопительный прибор, который формирует минимально необходимую температуру внутреннего воздуха в помещении, например, равную 15 °С. Данный отопительный прибор может быть отрегулирован при наладке системы отопления в период строительства здания, и его работа будет регулироваться только температурой теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха. Дополнительный отопительный прибор, задача которого быстро повысить температуру воздуха в помещении до необходимой человеку, например, с 15 °С до 20–25 °С (30 °С), рис. 4; работа данного отопительного прибора может быть сформирована с регулированием теплового потока при взаимодействии с «умным браслетом», который, находясь на запястье руки человека, измеряет параметры здоровья человека и передает сигналы системе автоматизации для регулирования величины теплового потока. Работа «умного браслета» излагается в настоящей статье как гипотеза.

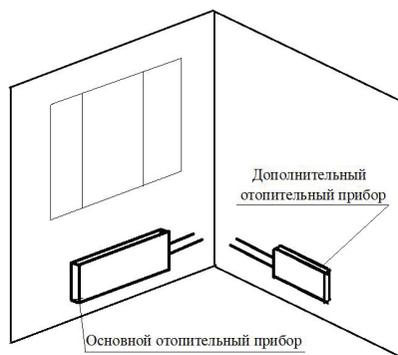


Рис. 4. Фрагмент помещения с вариантом размещения основного и дополнительного отопительных приборов в жилом помещении



Тепловой поток от дополнительного отопительного прибора регулируется и изменением температуры теплоносителя в соответствии с текущими параметрами климата, и местным регулированием. При учете потребления тепловой энергии теплотребление базовым и дополнительными отопительными приборами может проводиться по отдельным счетчикам тепловой энергии и с разными тарифными планами. Чем меньше по объему помещение, тем быстрее можно добиться нужной температуры внутреннего воздуха.

Возможно необходимо создание отопительного прибора нового типа, например, с отключением/включением дополнительных секций, что позволило бы быстрее изменять количество теплоты, поступающее в помещение, и что повысило бы его потребительские качества.

Однако задача дополнительного отопительного прибора по быстрому доведению температуры воздуха в помещении до необходимого для конкретного человека значения требует дополнительного рассмотрения, так понятие «быстро нагреть воздух» означает, что в течение 1-5-10 минут не более воздух в помещении нагрет в заданных пределах до нужной температуры, что возможно осуществить, например, с помощью конвектора со встроенным вентилятором, работа которого приведет к росту интенсивности циркуляции воздуха в помещении, проходящего через ребренные поверхности дополнительного отопительного прибора, и быстрому повышению температуры внутреннего воздуха; возможно, что шум вентилятора может быть преодолен при использовании разных скоростей вращения рабочего колеса: в период прогрева воздуха помещения до нужной температуры применяется максимальная скорость, а затем для поддержания необходимой температуры скорость вращения рабочего колеса может изменяться со снижением практически до 0.

Нагревая воздух в помещениях в здании до разных температурных значений в заданных пределах, формируется динамика перемещения потоков теплоты между помещениями внутри здания, которая может быть уменьшена с применением тепловой изоляции внутренних перекрытий и стен. Динамика теплового режима в здании совместно с динамикой температурных режимов в помещениях формирует динамику воздушного режима по перетеканию воздуха между помещениями здания с переносом тепловой энергии.

При нагреве или остывании воздуха в помещении меняется температурный режим внутри наружных и внутренних ограждающих конструкций, что также приведет тепловой режим помещений в дополнительную динамику, а инерционность ограждающих конструкций будет влиять на отставание отклика на возмущающие воздействия от тепловых потоков на изменение температурного режима по всем помещениям здания.

Кроме того, в здании при индивидуализации работы системы отопления в помещениях изменится в сторону увеличения динамика теплового режима системы отопления, что связано с дифференциацией тепловых потоков в помещениях при учете индивидуальных предпочтений жителей.

Российская Федерация – одна из самых холодных развитых стран мира, и здесь не могут формироваться бесконечные по объему жилые площади, так как это связано с экономическими факторами, а также с формированием и содержанием инженерной инфраструктуры для обеспечения зданий тепловой энергией, поэтому площадь личных пространств в зданиях должна быть ограничена научно обоснованными величинами.

Авторами сделаны следующие основные выводы:

1. Минимальный предел комфортности в РФ обозначен как 18 °С, но при та-



кой температуре многим людям ощущается прохладно, поэтому чаще применяется величина 20 °С (22 °С), но есть случаи, когда частный клиент просит +30 °С, что удобнее решить, применив индивидуализацию инженерных систем, создающих микроклимат в помещениях здания.

2. Индивидуализация микроклимата связана с индивидуализацией всех систем его формирующих: системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

3. Индивидуализация инженерных систем, формирующих микроклимат, позволяет не тратить лишние энергетические ресурсы на поддержание микроклимата, так как индивидуальный микроклимат в помещении позволит локально обеспечивать необходимые условия для жизнедеятельности человека.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Падерин, В. К. Индивидуальное пространство как объект социологического анализа: к постановке проблемы / В. К. Падерин, О. В. Митрошина, И. Д. Гатин. – Текст : непосредственный // Казанский социально-гуманитарный вестник. – 2017. – № 5 (28). – С. 69–73.

2. Безукладова, И. Ю. Категоризация индивидуального пространства как способ структурирования окружающего мира / И. Ю. Безукладова. – Текст : непосредственный // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2011. – № 7 (99). – С. 153–159.

3. Наумова, О. Б. Частное пространство в системе ценностей традиционного общества / О. Б. Наумова. – Текст : непосредственный // Этнографическое обозрение. – 2014. – № 4. – С. 77–93.

4. Рымаров, А. Г. Мониторинг параметров микроклимата и концентраций вредных примесей в помещениях здания / А. Г. Рымаров. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2014. – № 1 (29) – С. 61–63.

5. Рымаров, А. Г. Зависимость теплотребления от динамики температуры наружного воздуха в период резкого похолодания / А. Г. Рымаров, М. И. Ботнаръ. – Текст : непосредственный // Строительство: наука и образование. – 2014. – № 3. – С. 4.

6. Analysis of heat losses of underground tunnel for engineering utilities with available methods / O. Brukhanov, A. Rymarov, A. Malysheva, D. Titkov // MATEC Web of Conferences : 5th International Scientific Conference “Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education”. – 2016. – Vol. 86. – P. 04028. – URL: www.matec-conferences.org.

7. Бодров, М. В. Повышение энергетической эффективности систем обеспечения параметров микроклимата многоквартирных жилых домов / М. В. Бодров, В. Ю. Кузин, М. С. Морозов. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – 2015. – № 6. – С. 48–50.

8. Рымаров, А. Г. Characteristics of heat-mass exchange modes of mutual influence buildings / А. Г. Рымаров. – Текст : непосредственный // Естественные и технические науки. – 2013. – № 1 (63) – С. 380–382.

RYMAROV Andrey Georgievich, candidate of technical sciences, professor, holder of the chair of heat and gas supply and ventilation; TITKOV Dmitry Gennadievich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heat and gas supply and ventilation

INDIVIDUALIZATION OF THE HEATING SYSTEM IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)
26, Yaroslavskoye Rd., Moscow, 129337. Tel.: +7 (499) 183-26-92; e-mail: rymarov@list.ru
Key words: personal space in the apartment, microclimate, energy saving.



The article proposes to arrange operation of the heating system in private spaces in a residential building, taking into account the individual needs of a particular person and peculiarities of his physical condition.

REFERENCES

1. Paderin V. K., Mitroshina O. V., Gatin I. D. Individualnoe prostranstvo kak obekt sotsiologicheskogo analiza: k postanovke problemy [Individual space as an object of sociological analysis: towards the problem statement]. Kazanskiy sotsialno-gumanitarny vestnik [Kazan socio-humanitarian bulletin], 2017. № 5 (28). P. 69–73.
2. Bezukladova I. Yu. Kategorizatsiya individualnogo prostranstva kak sposob strukturirovaniya okruzhayushchego mira [Categorization of individual space as a way of structuring the surrounding world]. Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki. [Bulletin of the Tambov University. Series: Humanitarian Sciences], 2011. № 7 (99). P. 153–159.
3. Naumova O. B. Chastnoe prostranstvo v sisteme tsennostey traditsionnogo obschestva [Private space in the system of values of traditional society]. Etnograficheskoe obozrenie [Ethnographic review], 2014. № 4. P. 77–93.
4. Rymarov A.G. Monitoring parametrov mikroklimate i kontsentratsiy vrednykh primesey v pomeshcheniyakh zdaniya [Monitoring of microclimate parameters and concentrations of harmful impurities in the rooms of a building]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2014. № 1 (29). P. 61–63.
5. Rymarov A. G., Botnar M. I. Zavisimost teplopotrebleniya ot dinamiki temperatury naruzhnogo vozdukha v period rezkogo pokholodaniya [Dependence of heat consumption on the dynamics of outdoor air temperature during a cold snap]. Stroitelstvo: nauka i obrazovanie [Construction: science and education], 2014. № 3. P. 4.
6. Brukhanov O., Rymarov A., Malysheva A., Titkov D. Analysis of heat losses of underground tunnel for engineering utilities with available methods. MATEC Web of Conferences: 5th International Scientific Conference “Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education”. – 2016. – Vol. 86. – P. 04028. – URL: www.matec-conferences.org.
7. Bodrov M. V., Kuzin V. Yu., Morozov M. S. Povyshenie energeticheskoy effektivnosti sistem obespecheniya parametrov mikroklimate mnogokvartirnykh zhilykh domov [Improving the energy efficiency of systems for providing microclimate parameters for multi-family residential buildings]. Zhilischnoe stroitelstvo [Housing construction], 2015. № 6. P. 48–50.
8. Rymarov A. G. Characteristics of heat-mass exchange modes of mutual influence buildings. Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Natural and Technical Sciences], 2013. № 1 (63). P. 380–382.

© А. Г. Рымаров, Д. Г. Титков, 2021

Получено: 27.03.2021 г.



УДК 697.7(470.341-25)

А. А. СМЫКОВ, асс. кафедры отопления и вентиляции, аспирант

ТЕПЛОВОЙ И ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЙ С СИСТЕМАМИ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОДЯНЫХ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-85;
эл. почта: aleksandrsmyskov@gmail.com

Ключевые слова: отопление, теплофизика, водяное отопление, инфракрасное излучение, лучистое отопление, излучатель, энергоэффективность, энергосбережение.

Рассмотрен вопрос энергоэффективного отопления промышленных помещений. Исследование проведено на территории России на базе единственной в своем роде Лаборатории лучистого отопления ННГАСУ и посвящено особенностям формирования температурного режима в помещениях, отапливаемых водяными инфракрасными излучателями, а также тепловому режиму наружных ограждающих конструкций в данных помещениях.

Неоднократно доказано, что применение лучистых систем отопления является экономически эффективным. Наиболее энергоэффективным решением является использование газовых инфракрасных излучателей, в данном случае отсутствует промежуточный теплоноситель, и теплота сгорания газа поступает в помещение, но у такого решения есть ряд ограничений по доступности газа, комфорту и пожароопасности. Также высокоэффективным решением является применение водяных инфракрасных излучателей, которые могут быть представлены излучающими панелями или излучающими профилями, которые используют промежуточный теплоноситель, но не имеют множества ограничений, присущих газовым системам. Общей проблемой для всех типов лучистого отопления является отсутствие научно обоснованной и общепринятой инженерной методики его проектирования, а большая часть нормативных документов просто не учитывает особенности работы лучистых систем отопления и тем самым не позволяет реализовать ряд его преимуществ.

Промышленные помещения в структуре потребления тепловой энергии в России занимают порядка 25 % [1]. Данная картина является репрезентативной и для остального мира. Как следствие, вопрос энергоэффективного отопления промышленных помещений стоит особенно остро – энергоэффективное отопление позволяет снизить издержки, а, значит, и чистую прибыль предприятий. Применение лучистого отопления является одним из наиболее эффективных способов снижения потребления тепловой энергии помещением без ущерба комфорту людей, находящихся в нем [2–6].

Лучистые системы отопления отличаются от конвективных по своему принципу действия: у отопительных приборов не стоит задача нагрева воздуха в помещении. Большая часть теплоты от лучистых отопительных приборов отводится путем передачи инфракрасного излучения в окружающую среду, как следствие, данные приборы получили название инфракрасные излучатели. Задачей инфракрасного излучателя является передача как можно большего количества теплоты в рабочую зону помещения, нагрев поверхностей в рабочей зоне и обогрев поверх-



ности кожи человека. Так как воздух является прозрачной средой для электромагнитного излучения, коим и является инфракрасная часть спектра, то энергия от инфракрасных излучателей аккумулируется на приповерхностных слоях облученных поверхностей и уже затем способствует формированию конвективных потоков, нагревающих воздух рабочей зоны. Данные особенности указывают на принципиальное отличие от конвективных систем отопления и перспективность использования лучистых систем [7–13].

Сокращение количества тепловой энергии, необходимой для создания и поддержания комфортных параметров микроклимата в помещении при использовании лучистого отопления, может составлять до 40 % [2–13]. Как уже было сказано выше, фактором, который позволяет снизить потребление тепловой энергии, является снижение температуры внутреннего воздуха t_v на величину до 4 °С по сравнению с нормативными значениями, предусмотренными при проектировании конвективных систем отопления [14, 15]. Снижение температуры внутреннего воздуха не сказывается на комфорте пребывающего в помещении человека, так как с использованием лучистого отопления за счет большой плотности лучистого теплового потока ощущаемая радиационная (или результирующая) температура остается неизменной.

По коэффициенту полезного действия и удельной стоимости 1 кВт с отопительного прибора наиболее дешевой и эффективной разновидностью приборов лучистого отопления являются газовые инфракрасные излучатели. В системах с использованием газовых инфракрасных излучателей сжигание газа происходит непосредственно в отопительных приборах, а, значит, отсутствует промежуточный теплоноситель, что является несомненным преимуществом. Но у таких систем есть ряд серьезных недостатков и ограничений, таких как:

- отсутствие точки подключения к газопроводу или ее удаленность;
- наличие в помещениях взрывоопасных зон;
- не допускается использование газового лучистого отопления в помещениях подвальных и цокольных этажей, зданиях V степени огнестойкости и зданиях любой степени огнестойкости классов конструктивной пожарной опасности С1, С2 и С3.
- использование «светлых» газовых инфракрасных излучателей связано с выбросом дымовых газов непосредственно в объем помещения, а, значит, ведет к оборудованию более сложной системы вентиляции и ее удорожанию;
- многие люди отмечают плохое самочувствие при нахождении в помещении с газовым лучистым отоплением ввиду большой плотности инфракрасного потока излучения.

Более перспективным видом лучистого отопления являются системы на базе водяных инфракрасных излучателей, будь то инфракрасные панели или инфракрасные излучающие профили. Теплоносителем в этих системах служит горячая вода с температурой от 40 °С до 150 °С. У данного типа систем есть ряд серьезных преимуществ перед газовыми:

- низкая тепловая инерция, что обеспечивает короткое время реагирования;
- простое и эффективное регулирование за счет небольшого количества теплоносителя в системе;
- простота монтажа и обслуживания за счет кратного уменьшения длины транзитных трубопроводов;
- снижение трансмиссионных тепловых потерь через покрытие здания из-за небольшого градиента температуры воздуха по высоте помещения и отсутствия



«тепловой подушки»;

– возможность применения возобновляемых источников энергии и систем рекуперации теплоты.

Использование систем отопления на базе водяных инфракрасных излучателей является эффективным и экономически обоснованным в крупнообъемных помещениях, таких как: производственные помещения; выставочные залы; здания транспортной инфраструктуры, вокзалы, аэропорты; спортивные комплексы и т. д. [2–5].

Для проведения комплекса исследований водяных инфракрасных излучателей была создана Лаборатория лучистого отопления (рис. 1 цв. вклейки) при Нижегородском государственном архитектурно-строительном университете (г. Нижний Новгород, Россия). В основу Лаборатории лучистого отопления легла экспериментальная установка, позволяющая производить широкий спектр исследования теплотехнических характеристик водяных инфракрасных излучателей [4].

В качестве отопительных приборов в данном исследовании применялись излучающие профили марки *Flower 125*, произведенные на заводе ООО «Флайг+Хоммель» в г. Заволжье Нижегородской области (рис. 2 цв. вклейки).

Эксперименты проводились в два этапа: на 1-м этапе для отопления помещения использовалась подвесная установка с 6 водяными инфракрасными излучателями марки *Flower 125* по 1 пог. м; на 2-м этапе помещение отапливалось двумя биметаллическими радиаторами марки *Calidor 500*, по 12 секций каждый.

Объектом исследования температурного режима стало помещение Лаборатории лучистого отопления ННГАСУ. В помещении высотой 3,0 м, помимо установки с инфракрасными излучателями и двух радиаторов, размещены 16 датчиков ТС-1388/12, подключенных к многоканальному термометру ТМ 5104Д/В/т1050/ГП производства ООО НПП «Элемер», план помещения и схема размещения датчиков приведены на рис. 1.

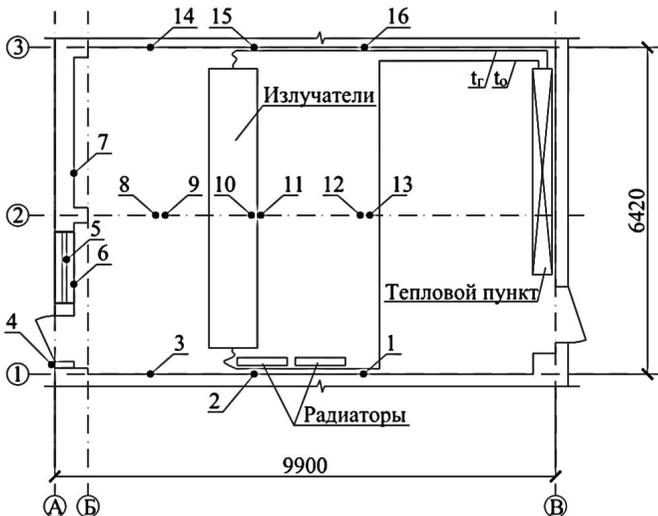


Рис. 1. План помещения Лаборатории лучистого отопления ННГАСУ и схема размещения датчиков температуры: 1 – на стене; 2 – на стене; 3 – на стене; 4 – на улице; 5 – на окне; 6 – под окном на стене; 7 – на стене (под утеплителем); 8 – на полу; 9 – на потолке; 10 – на полу; 11 – на потолке; 12 – на полу; 13 – на потолке; 14 – на стене; 15 – на стене; 16 – на стене

К СТАТЬЕ А. А. СМЫКОВА
«ТЕПЛОВОЙ И ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЙ
С СИСТЕМАМИ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОДЯНЫХ ИНФРАКРАСНЫХ
ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ»



Рис. 1. Общий вид Лаборатории лучистого отопления

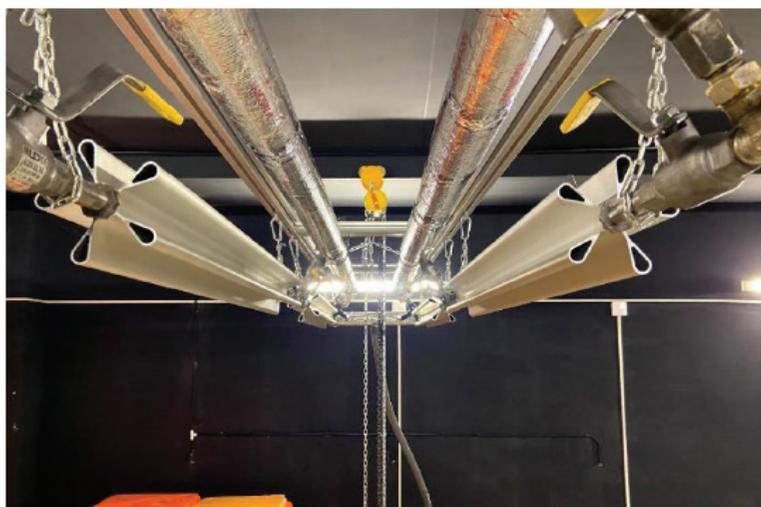


Рис. 2. Излучающий профиль марки *Flower 125*

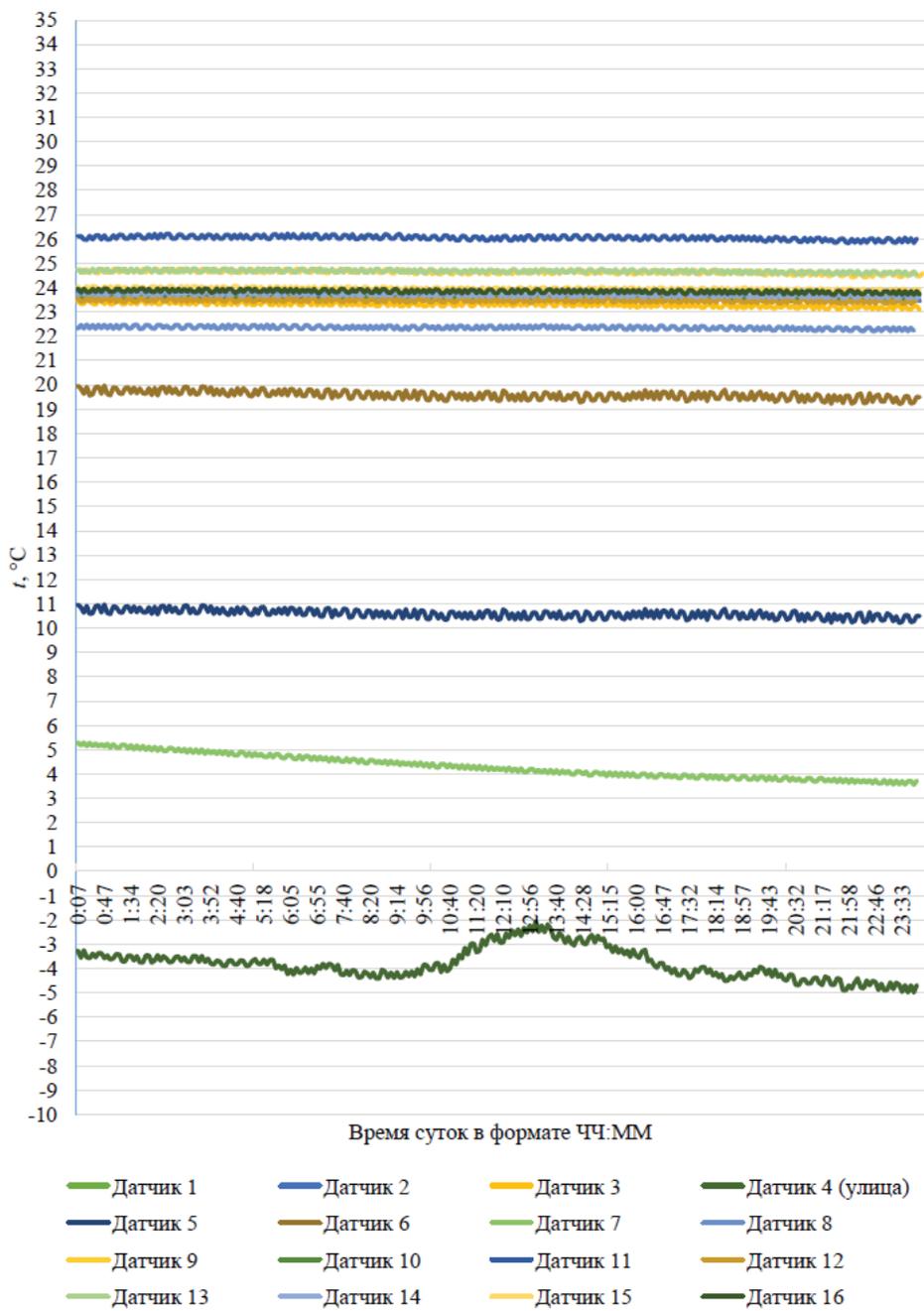


Рис. 3. Показания датчиков 1–16 в ходе 1 этапа эксперимента (01.12.2020)

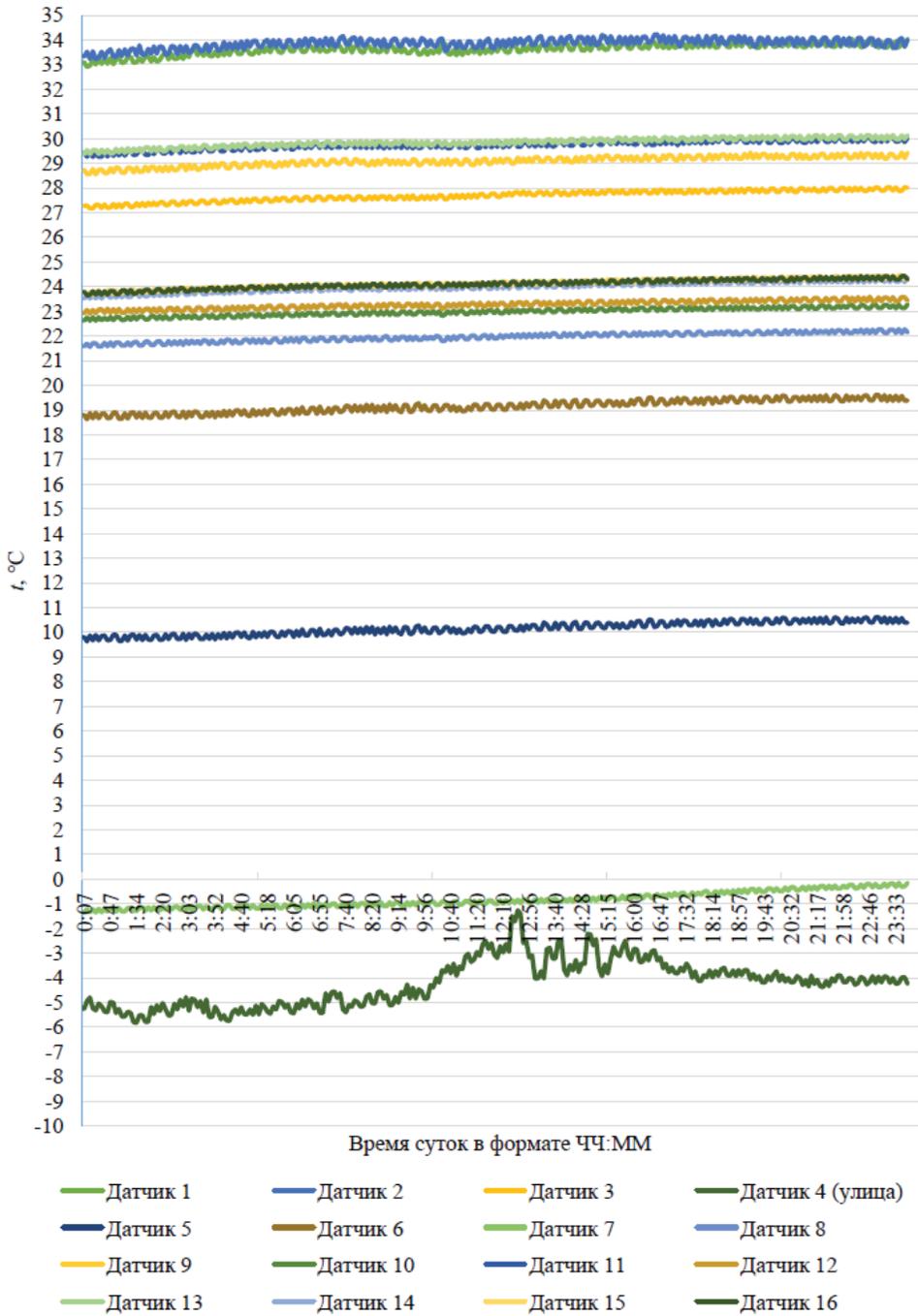


Рис. 4. Показания датчиков 1–16 в ходе 2 этапа эксперимента (23.01.2021)

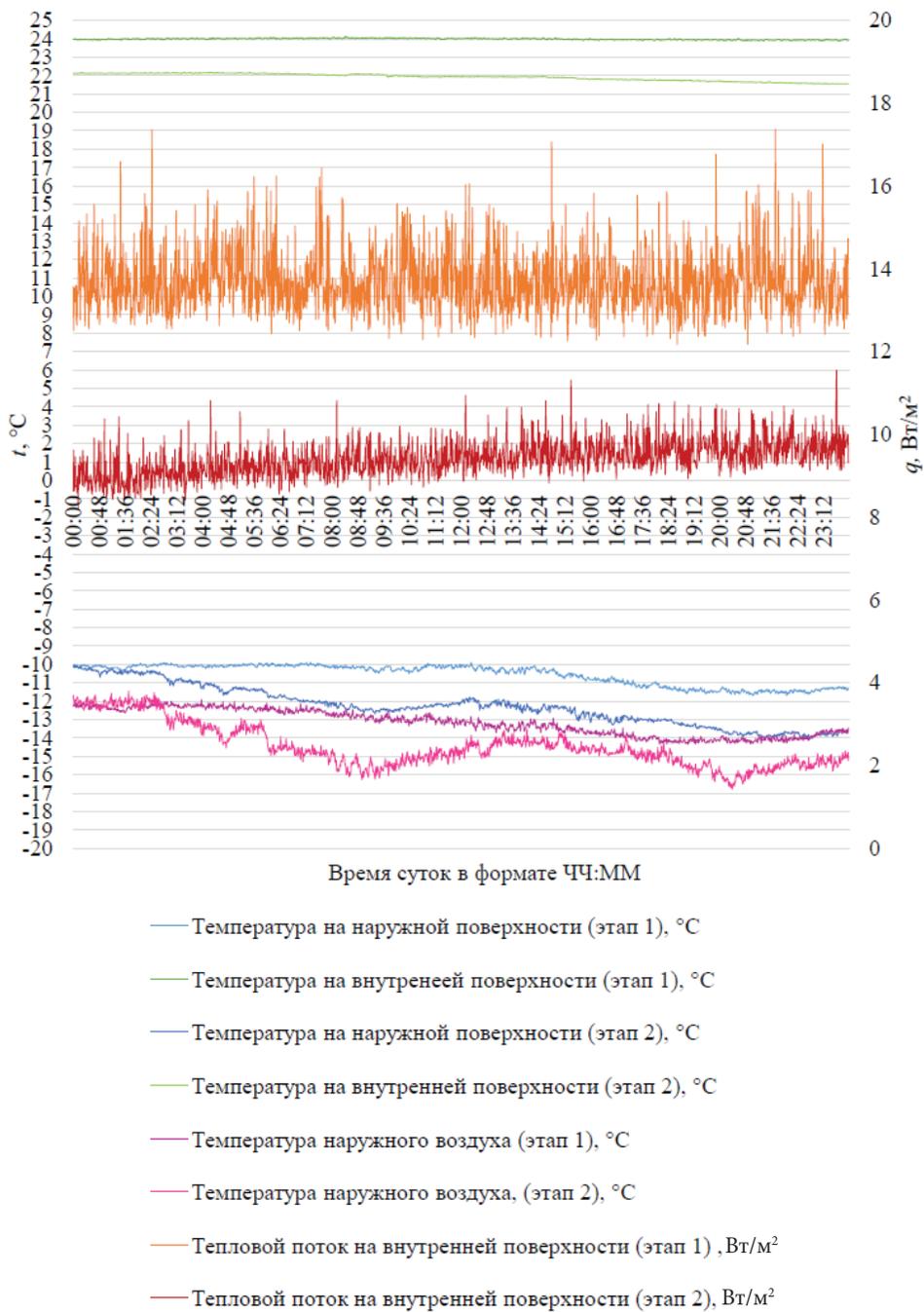


Рис. 5. Показания датчиков в ходе 1 и 2 этапов эксперимента



В ходе экспериментов были выбраны два дня, сходные по климатическим условиям – 01 декабря 2020 года $t_{н1}^{\text{сред}} = -3,8$ °С и 23 января 2021 года $t_{н2}^{\text{сред}} = -4,23$ °С. Кроме того, были уравнены температура подачи теплоносителя $T_1 = 60,25$ °С и $T_2 = 60,77$ °С, а также мощность лучистой и конвективной систем отопления $Q_1 = 1576$ Вт и $Q_2 = 1632$ Вт. Результаты исследований представлены на рис. 3 и 4 цв. вклейки.

По итогам анализа полученных графиков можно сделать следующие выводы:

- 1) показания датчиков, расположенных на стене 1–3 над радиаторами, в ходе 2-го этапа эксперимента были значительно выше, так как они расположены в непосредственной близости от радиаторов;
- 2) показания датчиков 14–16 в ходе 1-го и 2-го этапов эксперимента отличались незначительно, вследствие чего можно говорить о подобном температурном режиме в рабочей зоне помещения;
- 3) показания датчиков, расположенных на полу 8, 10, 12, в случае с использованием лучистого отопления выше, чем в случае конвективного, что обуславливается большей плотностью облучения поверхности пола на 1-м этапе;
- 4) показания датчиков 5–7 в ходе 1-го этапа эксперимента несколько выше, это также обуславливается большей плотностью облучения поверхности стен и окна;
- 5) показания датчиков, расположенных на потолке отапливаемого помещения 9, 11, 13, в случае использования лучистого отопления значительно ниже, чем при использовании конвективного. Как следствие, мы можем говорить о меньшем градиенте температур при использовании лучистого отопления, даже несмотря на то, что в ходе 1-го этапа датчики дополнительно облучались, а датчик 11 находился непосредственно над излучателями, что видно из графика.

Объектом исследования теплового режима стала вертикальная наружная ограждающая конструкция – стена Лаборатории лучистого отопления ННГАСУ. Данная стена является также частью лабораторной установки и оборудована системой, позволяющей варьировать толщину утеплителя. В момент проведения эксперимента были установлены панели утеплителя марки «Пеноплэкс Основа» с коэффициентом теплопроводности $\lambda_b = 0,032$ Вт/(м·°С) и толщиной $\delta = 0,05$ м. В качестве измерительного оборудования был использован измеритель теплового потока марки «Теплограф» (рис. 2), который включает в себя модуль-02, присоединяемые к которому датчики также позволяют измерять температуру поверхностей и окружающей среды. Измерения проводились в соответствии с [17]. Схема эксперимента приведена на рис. 3.

В ходе экспериментов были выбраны два дня, сходные по климатическим условиям – 10 января 2021 года $t_{н1}^{\text{сред}} = -13,17$ °С и 12 января 2021 года $t_{н2}^{\text{сред}} = -14,48$ °С. Кроме того, были уравнены температура подачи теплоносителя $T_1 = 59,97$ °С и $T_2 = 60,73$ °С, а также мощность лучистой и конвективной систем отопления $Q_1 = 1565$ Вт и $Q_2 = 1624$ Вт. Результаты исследований представлены на рис. 5 цв. вклейки.

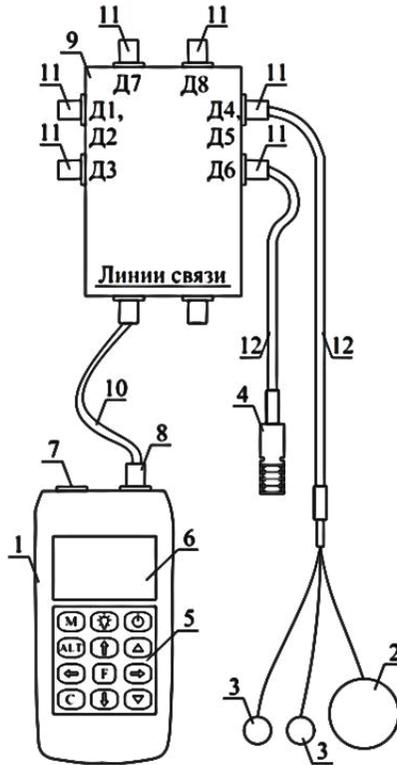


Рис. 2. Состав измерителя плотности теплового потока: 1 – регистратор; 2 – преобразователь плотности теплового потока; 3 – датчики температуры; 4 – датчик температуры и влажности; 5 – клавиатура; 6 – дисплей; 7 – вход для ПК; 8 – вход для измерительного модуля; 9 – измерительный модуль-02; 10 – соединительный кабель модуля; 11 – адаптеры; 12 – соединительные кабели датчиков; 13 – разъемы

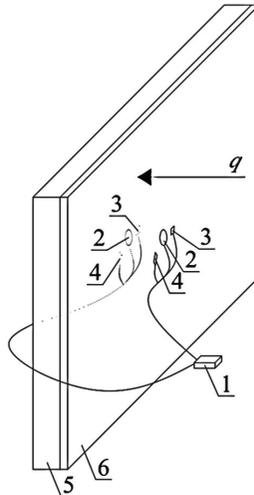


Рис. 3. Испытательная установка в составе: 1 – прибор «Теплограф»; 2 – датчики плотности теплового потока; 3 – датчики температуры поверхности; 4 – датчики температуры воздуха; 5 – стена из силикатного кирпича; 6 – утеплитель «Пеноплэкс Основа»



По итогам анализа полученных графиков можно сделать следующие выводы:

- 1) отсутствие облучения наружной стены сказалось на показателях температурных датчиков, расположенных на ней, они значительно снизились;
- 2) температурный напор и, как следствие, тепловой поток в ходе 1-го этапа эксперимента были выше, чем в ходе 2-го этапа;
- 3) температурный напор между температурой наружной поверхности и температурой внутреннего воздуха в ходе 1-го этапа эксперимента был выше, чем в ходе 2-го этапа, что говорит о более высокой относительной температуре наружной поверхности облучаемого ограждения.

Выводы. По итогам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Система водяного лучистого отопления позволяет снизить градиент температуры воздуха по высоте не только в крупнообъемных помещениях, таких как: цеха, депо, спортзалы, но и в помещениях с малой высотой расположения покрытий. Данная особенность позволяет снизить тепловые потери через покрытие.
2. Система водяного лучистого отопления за счет большого коэффициента лучистой теплоотдачи имеет высокую плотность инфракрасного излучения, которое, в свою очередь, нагревает поверхности, в т. ч. и наружных ограждений, что повышает их температуру и позволяет защитить помещения от выпадения конденсата, но в то же время провоцирует большие тепловые потери.
3. Температурный режим в рабочей зоне помещения с применением водяного лучистого отопления, по сравнению с конвективным, остается неизменным, но, в соответствии с рядом исследований и требованиями нормативных документов, можно снизить температуру внутреннего воздуха помещения, что не скажется на тепловом ощущении человека, находящегося в нем, за счет более высокой радиационной температуры, но позволит несколько снизить трансмиссионные тепловые потери.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башмаков, И. А. Анализ основных тенденций развития систем теплоснабжения в России и за рубежом / И. А. Башмаков. – Текст : непосредственный // Новости теплоснабжения. – 2008. – № 2 (90).
2. Бодров, В. И. Температурный режим наружных ограждений помещений с системами отопления на базе газовых инфракрасных излучателей / В. И. Бодров, Л. Ю. Михайлова, А. А. Смыков. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2015. – № 2 (34). – С. 58–64.
3. Бодров, В. И. Исследование теплового режима наружных ограждающих конструкций в промышленных помещениях с системами отопления на базе инфракрасных излучателей / В. И. Бодров, В. Ф. Бодрова, А. А. Смыков. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2018. – № 2 (46). – С. 23–36.
4. Бодров, В. И. Исследование систем лучистого отопления на базе низкотемпературных инфракрасных излучателей / В. И. Бодров, М. В. Бодров, А. А. Смыков. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 3 (51). – С. 52–57.
5. Булатов, А. Л. Эффективность использования инфракрасных газовых излучателей для отопления производственных помещений ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» / А. Л. Булатов, Е. В. Загребина. – Текст : непосредственный // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная физика (АВОК). – 2007. – № 2. – С. 36–40.



6. Бухмиров, В. В. Алгоритм расчета систем лучистого отопления помещений / В. В. Бухмиров, С. А. Крупенников, Ю. С. Солнышкова. – Текст : непосредственный // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2010. – Вып. 4. – С. 23–25.
7. Kurilenko, N. I. Comparative analysis of methods of calculating the systems for radiation heating / N. I. Kurilenko, D. M. Zverev, A. Z. Idrisov // *Gazovaya Promyshlennost.* – 2001. – № 5. – С. 58–60.
8. Heat transfer under heating of a local region of a large production area by gas infrared radiators / G. V. Kuznetsov, N. I. Kurilenko, V. I. Maksimov, G. Y. Mamontov, T. A. Nagornova // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics.* – 2013. – № 3(86). – С. 519–524. – DOI:10.1007/s10891-013-0863-6.
9. Kurilenko, N. I. Temperature patterns in the gas infrared radiator heating area / N. I. Kurilenko, G. Y. Mamontov, L. Y. Mikhaylova // *EPJ Web of Conferences.* – 2015. – 82. – DOI:10.1051/epjconf/20158201006.
10. Experimental determination of the temperature in a small neighborhood of the gas infrared sources / G. V. Kuznetsov, N. I. Kurilenko, G. Y. Mamontov, L. Y. Mikhailova // *EPJ Web of Conferences.* – 2015. – 82. – DOI:10.1051/epjconf/20158201021.
11. Maksimov, V. I. Verification of Conjugate Heat Transfer Models in a Closed Volume with Radiative Heat Source / V. I. Maksimov, T. A. Nagornova, N. I. Kurilenko // *MATEC Web of Conferences.* – 2016. – 72. – DOI:10.1051/mateconf/20167201061.
12. Kuznetsov, G. V. Mathematical modelling of conjugate heat transfer and fluid flow inside a domain with a radiant heating system / G. V. Kuznetsov, N. I. Kurilenko, A. E. Nee // *International Journal of Thermal Sciences.* – 2018. – 131. – С. 27–39. – DOI:10.1016/j.ijthermalsci.2018.05.010.
13. Kuznetsov, G. V. Mathematical modelling of conjugate heat transfer and fluid flow inside a domain with a radiant heating system / G. V. Kuznetsov, N. I. Kurilenko, A. E. Nee // *International Journal of Thermal Sciences.* – 2018. – 131. – С. 27–39. – DOI:10.1016/j.ijthermalsci.2018.05.010.
14. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений : санитарно-эпидемиологические нормы и правила : утверждены постановлением Государственного комитета санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации от 1 октября 1996 года № 21 : дата введения 1996-10-01. – URL: <https://rg.ru/2010/07/15/sanpin548-dok.html> (дата обращения 01.04.2021). – Текст : электронный.
15. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Министерства регионального развития от 30 июня 2012 года № 265 : актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 : дата введения 2013-07-01 : [редакция от 14 декабря 2018 года]. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=STR&n=16275#024281033552210707> (дата обращения : 01.04.2021). – Режим доступа : Консультант-Плюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.
16. Определение экономического преимущества использования лучистых систем отопления на базе водяных инфракрасных излучателей / М. В. Бодров, В. Ю. Кузин, М. С. Морозов, А. А. Смыков. – Текст : непосредственный // Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции : сборник докладов VIII Всероссийской научно-технической конференции, посвященной столетию МИСИ-МГСУ. – Москва, 2020. – С. 14–19.
17. МДС 23-1.2007. Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники : методические документы в строительстве : утверждены приказом ФГУП «НИЦ «Строительство» от 26 июня 2007 г. № 110 : дата введения 2007-07-01. – Москва, 2007 – 20 с. – Текст : непосредственный.



SMYKOV Aleksandr Anatolevich, assistant of the chair of heating and ventilation, postgraduate student

THERMAL AND TEMPERATURE REGIME OF ROOMS WITH HEATING SYSTEMS BASED ON WATER INFRARED RADIATORS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-85;
e-mail: aleksandrsmyskov@gmail.com

Key words: heating, thermal physics, water heating, infrared radiation, radiant heating, emitter, energy efficiency, energy saving.

The article considers an issue of energy-efficient heating of industrial premises. The study was conducted on the territory of Russia on the basis of the unique Laboratory of Radiant Heating of NNGASU and is devoted to the peculiarities of the formation of the temperature regime in rooms heated by water infrared emitters, as well as the thermal regime of external enclosing structures in these rooms.

REFERENCES

1. Bashmakov I. A. Analiz osnovnykh tendentsiy razvitiya sistem teplosnabzheniya v Rossii i za rubezhom [Analysis of the main trends in the development of heat supply systems in Russia and abroad] // Novosti teplosnabzheniya [Heat supply news], 2008. № 2 (90).
2. Bodrov V. I., Mikhaylova L. Yu., Smykov A. A. Temperaturnyy rezhim naruzhnykh ograzhdeniy pomescheniy s sistemami otopeniya na baze gazovykh infrakrasnykh izluchateley [Temperature condition of external walls of the rooms heated by gas infrared radiators] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2015. № 2 (34). P. 58–64.
3. Bodrov V. I., Bodrova V. F., Smykov A. A. Issledovanie teplovogo rezhima naruzhnykh ograzhdayuschikh konstruktivnykh v promyshlennykh pomescheniyakh s sistemami otopeniya na baze infrakrasnykh izluchateley [Research of thermal regime of external walls in industrial premises with heating systems based on infrared radiators] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2018. № 2 (46). P. 23–36.
4. Bodrov V.I., Bodrov M.V., Smykov A.A. Issledovanie sistem luchistogo otopeniya na baze nizektemperaturnykh infrakrasnykh izluchateley [Study of radiant heating systems based on low-temperature infrared radiators] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2019. № 3 (51). P. 52–57.
5. Bulatov A. L., Zagrebina E. V. Effektivnost ispolzovaniya infrakrasnykh gazovykh izluchateley dlya otopeniya proizvodstvennykh pomescheniy OAO «Magnitogorskiy metallurgicheskiy kombinat» [Efficiency of using infrared gas emitters for heating industrial premises of JSC "Magnitogorsk Metallurgical Plant"] // Ventilatsiya, otopenie, konditsionirovanie vozdukh, teplosnabzhenie i stroitel'naya fizika [Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics], AVOK. 2007. № 2. P. 36–40.
6. Bukhmirov V. V., Krupennikov S. A., Solnyshkova Yu. S. Algoritm raschyota sistem luchistogo otopeniya pomescheniy [Algorithm for calculating radiant heating systems] // Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta. 2010. Vyp. 4. P. 23–25.
7. Kurilenko N. I., Zverev D. M., Idrisov A. Z. Comparative analysis of methods of calculating the systems for radiation heating // Gazovaya Promyshlennost. 2001. № 5. P. 58–60.
8. Kuznetsov G. V., Kurilenko N. I., Maksimov V. I., Mamontov G. Y., Nagornova T. A. Heat transfer under heating of a local region of a large production area by gas infrared radiators // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2013. № 3(86). P. 519–524. DOI:10.1007/



s10891-013-0863-6.

9. Kurilenko N. I., Mamontov G. Y., Mikhaylova L. Y. Temperature patterns in the gas infrared radiator heating area // EPJ Web of Conferences. 2015. (82). DOI:10.1051/epjconf/20158201006.

10. Kuznetsov G. V., Kurilenko N.I., Mamontov G. Y., Mikhailova L. Y. Experimental determination of the temperature in a small neighborhood of the gas infrared sources // EPJ Web of Conferences. 2015. (82). DOI:10.1051/epjconf/20158201021.

11. Maksimov V. I., Nagornova T. A., Kurilenko N. I. Verification of Conjugate Heat Transfer Models in a Closed Volume with Radiative Heat Source // MATEC Web of Conferences. 2016. (72). DOI:10.1051/mateconf/20167201061.

12. Kuznetsov G. V., Kurilenko N. I., Nee A.E. Mathematical modelling of conjugate heat transfer and fluid flow inside a domain with a radiant heating system // International Journal of Thermal Sciences. 2018. (131). P. 27–39. DOI:10.1016/j.ijthermalsci.2018.05.010.

13. Kuznetsov G. V., Kurilenko N. I., Nee A. E. Mathematical modelling of conjugate heat transfer and fluid flow inside a domain with a radiant heating system // International Journal of Thermal Sciences. 2018. (131). P. 27–39. DOI:10.1016/j.ijthermalsci.2018.05.010.

14. SanPiN 2.2.4.548-96. Gигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Hygienic requirements for the microclimate of industrial premises] : санитарно-эпидемиологические нормы и правила : утверждены постановлением Гос. комитета санитарно-эпидемиологического надзора Рос. Фед. от 1 октября 1996 года № 21 : дата введения 1996-10-01. – URL: <https://rg.ru/2010/07/15/sanpin548-dok.html> (дата обращения 01.04.2021).

15. SP 50.13330.2012 Teplovaya zaschita zdaniy [Thermal protection of buildings] : svod pravil : utverzhd. i vved. v deystvie prikazom Min-va regional. razvitiya ot 30 iyunya 2012 goda № 265 : aktualizirovannaya redaktsiya SNI P 23-02-2003 : data vvedeniya 2013-07-01 : redaktsiya ot 14 dekabrya 2018 goda. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=STR&n=16275#024281033552210707> (дата обращения : 01.04.2021). – Rezhim dostupa : Konsultant-Plyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

16. Bodrov M. V., Kuzin V. Yu., Morozov M. S., Smykov A. A. Opredelenie ekonomicheskogo preimushchestva ispolzovaniya luchistykh sistem otopeniya na baze vodyanykh infrakrasnykh izluchateley [Determination of the economic advantage of using radiant heating systems based on water infrared emitters] // Teoreticheskie osnovy teplogazosnabzheniya i ventilyatsii. Sbornik dokladov VIII Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyaschyonnoy stoletiyu MISI-MGSU. Moscow, 2020. P. 14–19.

17. MDS 23-1.2007. Metodicheskie rekomendatsii po kompleksnomu teplotekhnicheskomu obsledovaniyu naruzhnykh ograzhdayuschikh konstruksiy s primeneniem teplovizionnoy tekhniki [Methodological recommendations for a comprehensive thermal inspection of external enclosing structures using thermal imaging equipment] : metodicheskie dokumenty v stroitelstve : utverzhdeny prikazom FGUP “NITs “Stroitelstvo” ot 26 iyunya 2007 g. № 110 : data vvedeniya 2007-07-01. – Moscow, 2007 – 20 p.

© А. А. Смыков, 2021

Получено: 27.03.2021 г.

УДК 656.6:626

Г. Н. ЧУПЛЫГИН, канд. техн. наук, доц. кафедры управления транспортом

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ
ДЛЯ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА**

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Нестерова, д. 5. Тел.: +7 (831) 419-92-48;
факс: +7 (831) 419-71-87; эл. почта: nauka@vsuwt.ru

Ключевые слова: эффективность гидротехнических работ, внутренний водный транспорт, клиент, скорость доставки груза.

Рассматриваются аспекты эффективности проведения гидротехнических работ для нужд внутреннего водного транспорта (ВВТ) и его клиентов. В качестве критериев оценки эффективности выступают: срок, скорость, стоимость доставки груза после проведения гидротехнических работ.

Транспорт как четвертая стадия материального производства является важнейшей составляющей любой экономики. В нашей стране состояние национального транспорта не отвечает требованиям развивающейся экономики. Транспортная составляющая в добавленной стоимости в России значительно превосходит аналогичные показатели развитых стран. Так, в США транспортная составляющая в 3,4 раза меньше, чем в России (1,7 ткм /1USDBВП в России против 0,5 ткм/1USDBВП в США). Это естественно ведет к значительным издержкам в конечной стоимости продукции 15–20 % против 7–8 % в странах с развитой экономикой. Показатель транспортной подвижности населения России в 2–4 раза ниже, чем в развитых странах. Потери от недостаточной скорости доставки грузов только по железной дороге оцениваются в 20–25 млрд руб. в год. Поэтому транспортной стратегией предусматривается рост скоростей к 2030 г. на ж/д до 1000 км/сут, на авто – до 1200 км/сут [1]. К тому же очень важно отметить, что согласно транспортной теореме С. Б. Переслегина, развитие «имперской» инфраструктуры (транспорта и связи) должно опережать развитие региональных экономик, в противном случае возможен даже распад государства (как в Югославии и СССР). Таким образом, влияние транспорта на все социально-экономические процессы в любом государстве чрезвычайно велико. Однако в нашей стране транспорт из возможного фактора развития национальной экономики превратился в фактор ее сдерживания.

Одно из направлений решения транспортных проблем заключается в росте скоростей. Простое увеличение скоростей путем увеличения мощности главных двигателей на судах связано с почти непреодолимой проблемой – кубичной зависимостью потребной мощности от желаемой скорости движения. Так, чтобы увеличить скорость обычного судна в два раза, необходимо увеличить мощность его главных двигателей в 8 раз, что практически для обычного торгового флота нецелесообразно. Вместе с тем скорости движения судов можно увеличить и другим более рациональным путем – увеличением глубин, спрямлением судового хода. Дело в том, что на ряде рек глубины недостаточны. Нередко запас воды под днищем судна (особенно на перекатах) не превышает 20 см – мелководье, которое



увеличивает сопротивление воды движению судна и ведет к снижению скорости. Извилистость рек увеличивает протяженность судового хода и тем самым увеличивает срок доставки груза. Оба эти недостатка могут быть ликвидированы с помощью дноуглубительных работ. Вместе с тем наиболее радикальным приемом является сооружение водохранилищ, резко увеличивающих глубину и сокращающих протяженность судоходных трасс.

Таким образом, гидротехнические работы повышают эффективность деятельности водного транспорта и способствуют развитию национальной экономики.

Увеличение скорости доставки груза благоприятно сказывается на деятельности клиента. Получив груз, он может быстрее приступить к изготовлению продукции, реализовать ее и получить таким образом прибыль. В этом аспекте важным становится срок доставки груза, измеряемый от момента получения груза в порту отправления до момента сдачи этого груза клиенту – грузополучателю. В срок доставки груза входит время ожидания судна-перевозчика на складе порта отправления, время погрузки, путевое время, время выгрузки, ожидания транспортного средства клиента, погрузки в транспортное средство клиента – сдачи груза клиенту. Рассмотрим подробнее весь этот процесс.

Известно, что время рейса судна (t_p) определяется отношением расстояния от пункта отправления до пункта назначения (L_p) к скорости доставки грузов (V_d).

В связи с тем, что расстояние перевозки, как правило, относится к факторам, не зависящим от деятельности транспортного предприятия, время рейса (и входящий в него срок доставки) будет определяться скоростью движения судна.

Безусловно, в основе критерия срока доставки груза, а, следовательно, и скорости движения судна должно быть удовлетворение потребности клиента, которая выражается стоимостью услуги.

Все затраты клиента Z , связанные с доставкой i -го груза, будут состоять из собственно затрат по транспортировке груза и потерь доходов от задержки груза в пути:

$$Z_i = Q_i L_i g_i + Q_i t_i a_i, \text{ руб.}, \quad (1)$$

где: Q_i – количество i -го груза, т;

L_i – расстояние перевозки i -го груза, км;

g_i – тарифная ставка перевозки i -го груза, руб./ткм;

t_i – время доставки i -го груза (ожидания груза клиентом), сут;

a_i – стоимость потерь доходов клиента от задержки i -го груза в пути, в единицу расчетного времени, руб./т-сут.

Время доставки i -го груза будет определяться отношением расстояния перевозки груза L_i , к скорости доставки i -го груза V_i . Тогда выражение (1) можно записать в виде:

$$Z_i = Q_i L_i g_i + Q_i a_i L_i / V_i \quad \text{руб.} \quad (2)$$

или

$$Z_i = Q_i L_i (g_i + a_i / V_i), \quad \text{руб.} \quad (3)$$

Удельные расходы клиента, приходящиеся на 1 ткм, будут:

$$Z_{\text{уд}} = Z_i / (Q_i L_i) = g_i + a_i / V_i \quad (\text{руб.}) / \text{ткм} \quad (4)$$

Полученные выражения позволяют определить рекомендуемое клиенту время (срок) доставки груза t_d :

$$t_d = q_{ip} / (2q_{ik}), \quad \text{сут}, \quad (5)$$

где q_{ip} – количество i -го груза, доставленного в одном рейсе одним транспортом, т; q_{ik} – количество i -го груза, потребляемое клиентом при производстве продукции в единицу расчетного времени, т/сут.

В качестве иллюстрации полученных зависимостей были произведены расче-

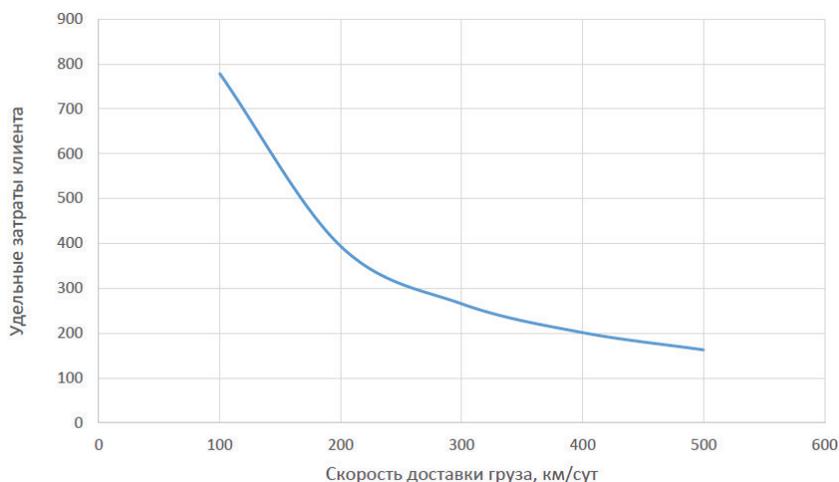


ты по формуле (4) для варианта перевозки автомобилей, при этом использовались данные работы [2]. Для выявления сути процесса примем упрощение, что порт назначения имеет специальную площадку для накопления автомобилей и сам реализует по одному автомобилю в сутки.

В качестве автомобиля рассматривается *Lada Vesta Classic*, который реализуется по цене 629 900 руб. при отпускной цене дилеров ВАЗ – 523 710 руб. [3], вес автомобиля – 1 380 кг. Тогда $a_i = 76\,949,275$ руб./тсут. Доходная ставка согласно [2] – 9,06 руб./ткм. При этих условиях определим $z_{уд}$ для реального диапазона скоростей доставки от 100 до 500 км/сут (при независимой от скорости доходной ставки q_p – приеме, используемом на практике).

Результаты расчетов представлены в таблице и на рисунке.

Удельные затраты клиента, руб./ткм	Скорость доставки груза, км/сут				
	100	200	300	400	500
$z_{уд}$	778,55	393,80	265,55	201,43	162,95



Зависимость удельных затрат клиента $z_{уд}$ от скорости доставки автомобилей

Интересно отметить, что расчеты, выполненные для других вариантов грузов, дали аналогичные результаты.

Выполненные расчеты убедительно указывают на резкое снижение затрат клиента на доставку груза при увеличении скорости. Это говорит о большой выгоде для клиента сокращения срока доставки груза (увеличения скорости). Этот прием позволяет оценить эффективность гидротехнических работ, обеспечивающих увеличение скоростей движения флота.

Для речного флота увеличение скорости движения судов позволяет увеличить число рейсов за навигацию и тем самым получить дополнительный доход и прибыль.

Следует отметить большую эффективность строительства гидросооружений для решения транспортных проблем в целом для экономики страны.

В настоящее время весьма перспективными считаются планируемые перевозки по международным транспортным коридорам – МТК. Один из таких коридоров МТК «Север-Юг» создается для организации интермодальных перевозок грузов и



пассажиров от Индии до Западной Европы с выходами на государства Балтийского региона, Белоруссию по маршруту протяженностью 2 513 км: ст. Бусловская – г. Санкт-Петербург – г. Москва – ст. Ртищево – г. Саратов – г. Волгоград – г. Астрахань.

Цель формирования МТК «Север-Юг» – сокращение сроков и стоимости доставки грузов (например, контейнеров из Германии и Финляндии в Индию) более чем в 2 раза по сравнению с морским вариантом через Суэцкий канал.

Реализация этого проекта только с использованием железнодорожного транспорта оценивается в 2,6962 трл руб. (увеличение пропускной способности ж/д путей, подвижного состава и т. д.). Вместе с тем использование внутреннего водного транспорта на этом направлении потребует ориентировочно 197 млрд руб. В эти затраты входит строительство низконапорной плотины у Б. Козино, второй нитки шлюзов Нижне-Свирского гидроузла и 100 судов смешанного река-море плавания типа RSD-44. Причем использование «водного» варианта совместно с железнодорожным позволит увеличить объем перевозки грузов в 2 раза.

Таким образом, строительство гидросооружений со строительством новых судов позволит с несопоставимо меньшими (в 14 раз) затратами решить проблему организации МТК «Север-Юг». Безусловно, совместное использование железнодорожного и внутреннего водного транспорта для МТК «Север-Юг» может почти полностью переключить грузопотоки, реализуемые в настоящее время морским транспортом через Суэцкий канал, на транспорт России. Это решение приведет к значительным экономическим и политическим дивидендам России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Транспортная стратегия России до 2030 г. : утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.11.2008 г. № 1734-р. (с изменениями на 12 мая 2018 года). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902132678> (дата обращения: 10.03.2021). – Текст : электронный.

2. Шабров, В. Н. Обоснование эффективности комбинированных перевозок автомобилей с участием речного транспорта : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шабров Владимир Николаевич ; [Место защиты: Волжская государственная академия водного трансп.]. – Нижний Новгород, 2017. – 181 с. – Текст : непосредственный.

3. Лада. Веста. – URL: <https://okalada.lada.ru/ds/cars/vesta/sedan/> (дата обращения: 10.03.2021). – Текст : электронный.

4. Столповицкий, К. С. Роль российского внутреннего водного транспорта в системе международных транспортных коридоров / К. С. Столповицкий, Г. Н. Чуплыгин, С. Г. Митрошин. – Текст : непосредственный // Речной транспорт. – 2016. – № 2. – С. 32–37.

CHUPLYGIN Gennady Nikolaevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of transport management

EFFICIENCY OF HYDROTECHNICAL WORKS FOR INLAND WATERWAY TRANSPORT

Volga State University of Water Transport

5, Nesterov St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 419-92-48;

fax: +7 (831) 419-71-87; e-mail: nauka@vsuwt.ru

Key words: efficiency of hydraulic works, inland waterway transport, client, cargo delivery speed.



The article discusses aspects of the effectiveness of hydraulic engineering works for the needs of inland water transport (IWT) and its clients. The criteria for evaluating the effectiveness are the time, speed, cost of cargo delivery after the hydraulic works.

REFERENCES

1. Transportnaya strategiya Rossii do 2030 g. [Transport strategy of Russia until 2030] : utverzhdena rasporyazheniem Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 22.11.2008 g. № 1734-p. (s izmeneniyami na 12 maya 2018 goda). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902132678> (data obrascheniya: 10.03.2021).
2. Shabrov V. N. Obosnovanie effektivnosti kombinirovannykh perevozk avtomobiley c uchytom rechnogo transporta [Substantiation of the effectiveness of combined transportation of vehicles with the participation of river transport]. Diss. na soiskanie uch. stepeni dok. tekhn. nauk. Volzh. gos. akademiya vod. transp. Nizhny Novgorod. 2017, 181 p.
3. Lada. Vesta. URL: <https://okalada.lada.ru/ds/cars/vesta/sedan/>.
4. Stolpovitsky K. S., Chuplygin G. N., Mitroshin S. G. Rol rossiyskogo vnutrennego vodnogo transporta v sisteme mezhdunarodnykh transportnykh koridorov [The role of Russian inland waterway transport in the system of international transport corridors]. Rechnoy transport [River Transport]. 2016, № 2. P. 32–37.

© Г. Н. Чуплыгин, 2021

Получено: 27.03.2021 г.

УДК 627.8

Е. С. ГОГОЛЕВ, д-р техн. наук, проф. кафедры гидравлики; **В. В. АГЕЕВА**, канд. техн. наук, доц. кафедры гидравлики; **М. А. ЯНЧЕНКО**, ст. преп. кафедры гидравлики

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛЫХ ГЭС С РОТОРНЫМИ ОРТОГОНАЛЬНЫМИ ГИДРОТУРБИНАМИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-91;
эл. почта: gid-nngasu@mail.ru

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии (ВИЭ), малая гидроэлектростанция, роторная ортогональная турбина, поток воды, напор, расход, мощность малой ГЭС.

Приведена краткая характеристика современного состояния малой гидроэнергетики в России, а также перспективы ее развития при использовании богатого опыта в этой области. Рассматриваются вопросы проектирования малых ГЭС с роторными ортогональными гидротурбинами при подаче расхода на гидротурбину со встречных направлений. Показана возможность снижения затрат средств на строительство проточной системы гидротурбины в здании малой ГЭС, представлен ориентировочный пример расчета для малой ГЭС мощностью около 70 кВт.

Как показывает опыт [1], на малых реках многих стран довольно успешно эксплуатируются малые гидроэлектростанции (МГЭС). Общепринятого определения для МГЭС в мире не существует. В разных странах к малым относят ГЭС



с установленной мощностью: до 2 МВт (Латвия, Швеция); до 5 МВт (Австрия, Германия, Испания); до 10 МВт (Греция, Ирландия, Португалия); до 15 МВт (Индия); до 30 МВт (Россия, США); до 50 МВт (Китай). Они работают постоянно и включаются в работу общегосударственных электрических систем. Во многих странах были приняты различные меры стимулирования развития малой гидроэнергетики, поскольку она относится к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) и является одним из самых дешевых источников. Вырабатываемая на малых ГЭС энергия производится при помощи непрерывных (постоянных) потоков энергии, циркулирующих в естественной природе, поэтому ее еще называют «зеленая энергия». Несмотря на огромное количество вырабатываемой электрической энергии с помощью крупных тепловых, атомных, гидравлических станций, страны мира широко используют энергетические ресурсы малых рек, при этом добиваются с их помощью высокой степени надежности снабжения потребителей электрической энергией, особенно для селений, удаленных от крупного стационарного источника.

В России у малой гидроэнергетики давняя и славная история (со второй половины XIX века) [1, 2, 3, 4, 5]. В нашей стране было построено множество подобных гидроэлектростанций: Советская власть рассматривала строительство малых ГЭС на селе как средство укрепления энергетической базы сельского хозяйства. Первые «лампочки Ильича» зажглись именно на малых ГЭС. В послевоенное время, когда восстанавливалось разрушенное хозяйство, роль малых ГЭС возросла. Только за 1945 г. было построено 641 малых ГЭС общей мощностью 18 тыс. кВт, а в 1952 г. их насчитывалось максимальное количество 6614 суммарной мощностью 322 тыс. кВт, которые вырабатывали 24 % потребляемой сельским хозяйством электроэнергии. Правда, уже в начале 50-х годов XX в., в связи с переходом к строительству гигантских энергетических объектов и присоединением сельских потребителей к централизованному электроснабжению, это направление энергетики утратило государственную поддержку, что привело практически к полному разрушению и упадку созданной прежде инфраструктуры.

В Нижегородской области на малых реках эксплуатировалось около 550 малых ГЭС мощностью от 35 до 700 кВт [6]. Только на реке Пьяне было 13 малых ГЭС, впоследствии разрушенных. В 1995 г. была восстановлена одна малая ГЭС у с. Ичалки. Эта станция небольшой мощности (до 250 кВт) имела непростую историю, высокую значимость для района и эксплуатировалась довольно успешно. Подключенная к общегосударственной сети за счет вырабатываемой электроэнергии она приносила существенный доход Перевозскому району, в силу чего, например, в 1990-е годы район смог обеспечить учителям (в отличие от остальных работников) регулярную выплату зарплаты. В 2016 г. в ходе сильного половодья плотина ГЭС была разрушена, водохранилище спущено, а станция выведена из эксплуатации.

В настоящее время в нашей стране наблюдается повышенный интерес к малым ГЭС как к электростанциям, работающим на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Современная оценка гидроресурсов России показывает, что по своему потенциалу МГЭС сопоставимы с существующими объемами выработки электроэнергии всеми электростанциями страны, однако этот потенциал используется всего на 15 %, рис. 1 [1, 7, 8].



Рис. 1. Действующие малые ГЭС в России и СССР

Их роль особенно велика в отдаленных, труднодоступных и изолированных энергодефицитных районах, которые не подключены к Единой энергетической системе (Восточная Сибирь, Камчатка, Дальний Восток, горные районы и др.). Предпринимаются конкретные шаги в этом направлении, реализуется программа развития малой гидроэнергетики. Ведется проектирование и строительство малых ГЭС на территории Южного федерального округа: в Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкессии, Северной Осетии-Алании, Республике Дагестан и Ставропольском крае общей установленной мощностью более 110 МВт. Программа строительства малых ГЭС также охватывает реки Сибирского, Северо-Западного и Приволжского федеральных округов. РусГидро подготовило предложения по системному развитию малой гидроэнергетики, вошедшие в проекты государственной программы «Энергоэффективность и развитие энергетики», федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации» и ведомственной целевой программы «Развитие малой гидроэнергетики на малых и средних реках, а также гидротехнических сооружениях неэнергетического назначения Российской Федерации». Строительство малых гидроэлектростанций соответствует проблемам, которые рассмотрены в энергетической стратегии России на период до 2035 г., стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. Из всех возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – малые ГЭС – наиболее конкурентоспособны (за исключением обычных ГЭС) и на сегодняшний момент наиболее актуальны [1, 3, 7, 8].

В рамках государственной программы по поддержке ВИЭ-генерации РусГидро к концу 2020 г. ввело в эксплуатацию такие МГЭС, как Верхнебалкарскую установленной мощностью 10 МВт (Кабардино-Балкария), Усть-Джегутинскую установленной мощностью 5,6 МВт (Карачаево-Черкессия) и Барсучковскую установленной мощностью 5,25 МВт (Ставропольский край).

Ниже предлагается к рассмотрению конструктивная схема здания ГЭС на малых реках, включающая несложную роторную ортогональную гидротурбину. Для работы этой станции предусматривается строительство достаточно простых по геометрическим параметрам системы водоподводящих и водоотводящих путей. Подача расхода на гидротурбину осуществляется со встречных направлений, обеспечивающих эффективную работу гидротурбины [9]. Рассматривается эксплуатация МГЭС на малой реке. В периоды весеннего половодья при высоких уровнях воды эксплуатируемые подпорные гидротехнические сооружения чаще всего затопливаются. В такие периоды в створе гидроузла напор отсутствует. В летние



и зимние периоды работа малой ГЭС зависит от колебания уровней воды в водохранилище (ВБ) и в нижнем бьефе (НБ) гидроузла. В дождливый период уровень воды в водохранилище поднимается и, соответственно, меняется уровень воды в нижнем бьефе гидроузла. В этом случае наблюдаются колебания напора на гидроузле. Опыт эксплуатации многочисленных малых ГЭС на реках Нижегородской области показал [9], что при устройстве дополнительных регулирующих конструктивных элементов для пропуска подходного расхода со стороны верхнего бьефа к турбине со скоростью не более 1 м/с создаются условия для стабильности уровня в нижнем бьефе. В результате работа турбины малой ГЭС обеспечивает выработку электрической энергии с малым колебанием мощности и, соответственно, с небольшим изменением частоты вырабатываемого электричества. Для обеспечения выработки стандартной частоты 50 Гц электрической энергии на валу гидротурбины размещался зубчатый редуктор для создания условий постоянного вращения генератора с целью выработки требуемой частоты. Такие условия приводили к установке в машинном зале дополнительных механических устройств, при работе которых в линии с генератором и редуктором создавались большие шумовые нагрузки на работающий персонал.

К настоящему времени в электротехнике созданы экономичные и эффективные устройства для преобразования электрической энергии постоянного тока в переменный со стандартной частотой 50 Гц. Постановка таких электромеханических устройств в машинном зале малой ГЭС обеспечивает снижение требований к созданию регулирующих устройств колебания напоров при изменении уровня режима верхнего и нижнего бьефов и, соответственно, к изменению скорости вращения гидротурбины во времени. Все это дает возможность снизить затраты средств на строительство проточной системы для работы гидротурбины в здании малой ГЭС.

На рис. 2 представлена схема здания малой ГЭС с роторной ортогональной гидротурбиной, работающей от 2 встречных потоков, приводится ориентировочный расчет. Рассматривается створ речной долины для проектирования малой ГЭС. Считается, что напор на малой ГЭС колеблется в пределах 2,9–3,1 м, а расход реки колеблется в пределах от 2,7 до 2,9 м³/с. При этих условиях мощность малой ГЭС в среднем составляет [10]:

$$N = 8 \cdot Q \cdot H, \text{ кВт}, \quad (1)$$

где принято: расход $Q = 2,8 \text{ м}^3/\text{с}$; напор $H = 3,0 \text{ м}$.

Тогда $N = 8 \cdot 2,8 \cdot 3,0 = 67,2 \text{ кВт}$.

На предварительной стадии расчета принимается коэффициент полезного действия малой ГЭС равным $\eta = 8/9,81 \approx 0,82$.

Исходя из этих вычислений, используется известное требование, что скорость подхода воды из верхнего бьефа к турбине должна быть не более 1 м/с. Расход реки составляет 2,8 м³/с, отсюда площадь подходной галереи из верхнего бьефа к турбине должна быть размером 2,8 м² (2,8 м³/с : 1 м/с = 2,8 м²).

С учетом этих параметров для проектирования принимается гидротурбина высотой 1,5 м и диаметром рабочего колеса 1,9 м (2,8 м² : 1,5 м = 1,9 м).

Поток воды, проходящий через турбинную камеру, отдает полезную энергию генератору, и, чтобы быть пропущенным в нижний бьеф, он должен пройти дополнительное сооружение в виде отсасывающей трубы.

Опыт проектирования зданий ГЭС указывает на некоторое увеличение размеров проточной части за пределами гидротурбины [9]. С учетом этого ниже приведены методические подходы определения ориентировочных размеров проточной системы станции (рис. 2).

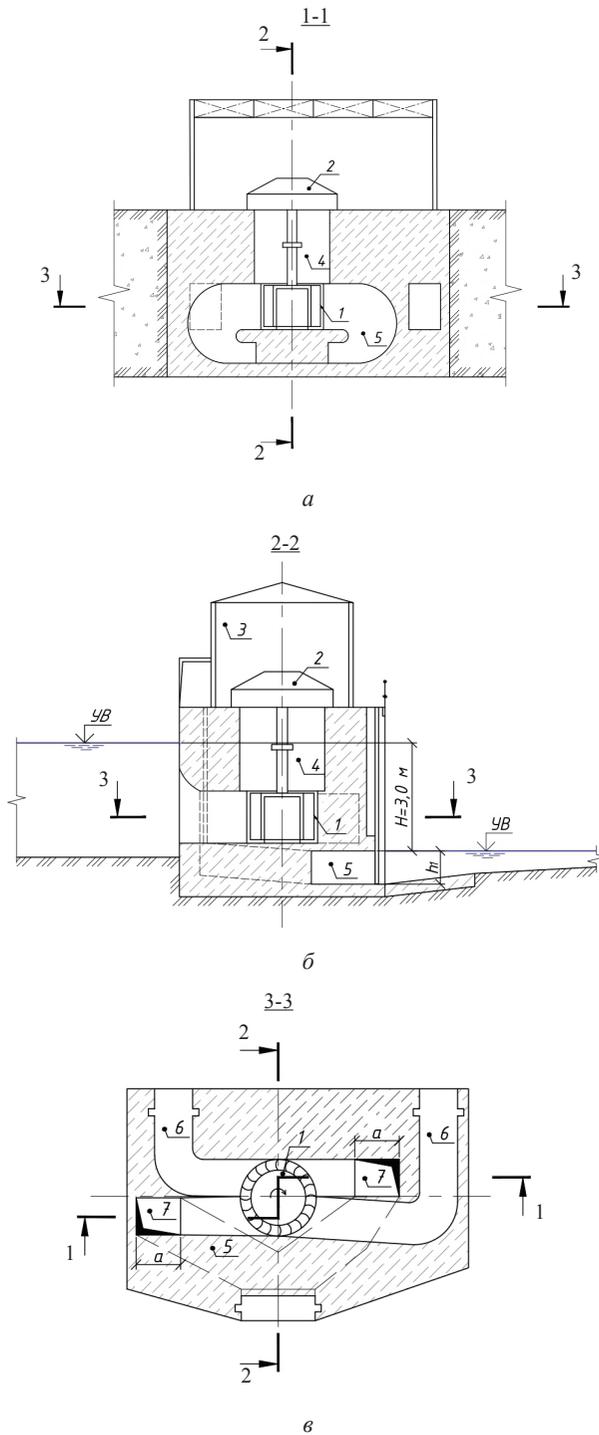


Рис. 2. Схема здания малой ГЭС: 1 – гидротурбина; 2 – генератор; 3 – машинный зал; 4 – турбинная шахта; 5 – отсасывающая труба; 6 – подводящие галереи; 7 – входные галереи в отсасывающую трубу

Из верхнего бьефа водный поток забирается через два водозаборных отверстия размерами 1,5×0,95 м. Этот поток подходит к турбине со встречных направлений, создавая одностороннее вращение гидротурбины. Пройдя через турбину, энергия водного потока отбирается, и он подходит к заборным галереям отсасывающей трубы. Для повышения эффективности отвода воды, прошедшей через турбину, устраивается отсасывающая труба, состоящая соответственно из двух участков, объединенных на выходе в единое выходное отверстие для отвода воды в нижний бьеф. При разработке назначения размеров элементов отсасывающей трубы рассматривается возможность использования размеров отсасывающей трубы для поворотно-лопастной (ПЛ) турбины с наименьшими величинами напора [11]. При этом в качестве определяющего параметра используется площадь живого сечения подходной части, исходя из которой намечаются конкретные размеры начального прямоугольного участка непосредственно за турбиной. Конечные размеры отсасывающей трубы назначаются исходя из привязки к глубине водного потока речной долины в нижнем бьефе. На рис. 3 рассмотрена отсасывающая труба для поворотно-лопастной гидротурбины.

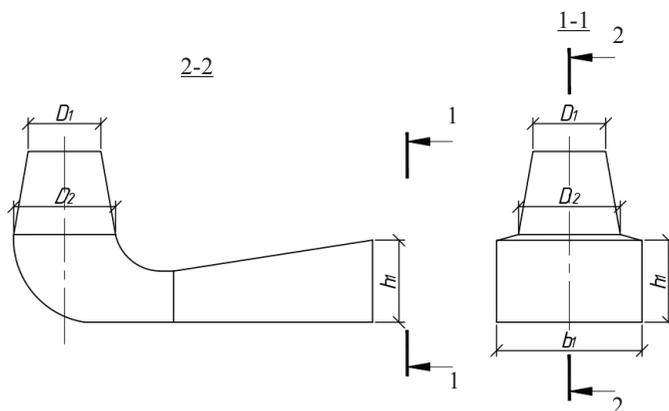


Рис. 3. Схема размеров отсасывающей трубы турбины ПЛ

В рассматриваемом примере расчетная полная площадь роторной ортогональной гидротурбины равна 2,8 м². Из руководства [11] подбирается отсасывающая труба поворотно-лопастной гидротурбины с ближайшим диаметром рабочего

колеса D_1 и площадью рабочего колеса этой гидротурбины $\omega_1 = \frac{\pi D_1^2}{4}$.

Находится числовое соотношение рабочих площадей рассматриваемых гидротурбин $\zeta = 2,8/\omega_1$ и начальная площадь живого сечения отводящей части отсасывающей трубы роторной ортогональной гидротурбины ω_2 . Так как в нашем случае эта часть включает две составляющие, то размер для сечения исходной турбины ПЛ с диаметром D_2 равен:

$$\omega_2 = \zeta \cdot 1/2 \cdot \frac{\pi D_2^2}{4}, \text{ м}^2. \quad (2)$$

Это дает основание для определения размера начального сечения отсасывающей трубы a , рис. 2в:

$$a = \omega_2/0,45, \text{ м}. \quad (3)$$



Находится площадь выходного сечения отсасывающей трубы применительно к малой ГЭС:

$$\omega_3 = \zeta \cdot b_1 \cdot h_1, \text{ м}^2. \quad (4)$$

Размеры выходного сечения отсасывающей трубы малой ГЭС ω_3 зависят от глубины водного потока в нижнем бьефе. С учетом этой глубины конструктивно назначается высота выходного сечения. При этом полагается высоту выходного сечения назначить ниже уровня нижнего бьефа на 10–15 см. На выходе в нижнем бьефе создается укрепление донной поверхности с небольшим обратным уклоном. Конструктивно назначается высота выходного сечения h_1 (рис. 2б). Из величины выходного сечения ω_3 определяется горизонтальный размер b_1 из условия $b_1 = \omega_3/h_1$, где величина h_1 указана на рис. 3. Таким же образом находятся все габаритные размеры подводной части здания малой ГЭС с роторными ортогональными гидротурбинами.

Для оценки работы такой малой ГЭС следует определить затраты на ее строительство. В среднем стоимость строительства МГЭС составляет от 1 500 до 2 500 долл. за 1 кВт установленной мощности в централизованной энергосистеме и от 2 000 до 3 000 долл. за 1 кВт установленной мощности в автономной энергосистеме [8]. В рассмотренном примере (рис. 2) мощность малой ГЭС составляет около 70 кВт. Исходя из указанных удельных затрат, на строительство ГЭС (принимается в среднем 2 000 долл./кВт), стоимость составит $2000 \times 70 = 140$ тыс. долл. (примерно 10,6 млн руб. по курсу 76 руб. за 1 доллар). Эксплуатация малой ГЭС в течение 10 месяцев в году (не учитывается время весеннего половодья и паводков, когда малые ГЭС не работают) позволит выработать электроэнергии порядка $\mathcal{E} = 70 \cdot 8760 \cdot (10/12) = 0,5$ МВт ч/год, а срок окупаемости капиталовложений при цене 5 руб./кВт-час составит немногим более 4 лет.

Как видно из проведенных расчетов, строительство малых ГЭС экономически выгодно, способствует улучшению экологической ситуации в регионе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ларин, В. И. Состояние и перспективы применения возобновляемых источников энергии в России / В. И. Ларин. – Москва : КМК, 2006. – 94 с. – Текст: непосредственный.
2. Михайлов Л. П. Малая гидроэнергетика / Л. П. Михайлов, Б. П. Фельдман, Т. К. Марканова [и др.] / под редакцией Л. П. Михайлова. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 179 с. – ISBN 5-283-01984-5. – Текст : непосредственный.
3. Богущ, Б. Б. Основные положения программы развития гидроэнергетики России до 2030 года и на перспективу до 2050 года / Б. Б. Богущ, Р. М. Хазиахметов, В. В. Бушуев [и др.]. – Текст : непосредственный // Энергетическая политика. – 2016. – № 1. – С. 3–19.
4. Соболев, С. В. Использование водной энергии малых рек : монография / С. В. Соболев, А. В. Февралев ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2009. – 284 с. – ISBN 978-5-87941-631-2– Текст : непосредственный.
5. Копосов, Е. В. Экологическая, социальная и экономическая эффективность использования водной энергии малых рек : монография / Е. В. Копосов, С. В. Соболев, А. В. Февралев ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2009. – 284 с. – ISBN 978-5-87941-631-2. – Текст: непосредственный.
6. Коробейников, О. П. Повышение энергоэффективности малых гидроузлов на базе их модернизации / О. П. Коробейников, Е. С. Гоголев, В. С. Дементьев. – Текст : непосредственный // Экономический анализ. Теория и практика. – 2010. – № 30 (195). – С. 9–11.
7. Агеева, В. В. Роль малой гидроэнергетики в России / В. В. Агеева, А. П. Титаев. –



Текст : непосредственный // Великие реки : 21 Международный научно-промышленный форум, 14-17 мая 2019 г. : труды научного конгресса : в 3 томах / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – Том 1. – С. 90–93.

8. Бляшко, Я. И. Состояние и проблемы малой гидроэнергетики России. Тенденции в развитии мини-ГЭС / Я. И. Бляшко. – Текст : непосредственный // Возобновляемая энергетика XXI век : Энергетическая и экономическая эффективность : материалы IV Международного конгресса REENCON-XXI, Сколково, 5-6 июня 2018 г. – Москва, 2018.

9. Волкова, Н. Ю. Пример подбора основных параметров роторных ортогональных турбин по главной универсальной характеристике / Н. Ю. Волкова. – Текст : непосредственный // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – Нижний Новгород, 2004. – Вып. 8. Судостроение, судоремонт, водные пути, гидротехнические сооружения и экологическая безопасность. – С. 151–157.

10. Аршеневский, Н. Н. Гидроэлектрические станции: учебник для вузов / Н. Н. Аршеневский, М. Ф. Губин, В. Я. Карелин [и др.] ; под редакцией В. Я. Карелина, Г. И. Кривченко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергоатомиздат, 1987. – 464 с. – Текст: непосредственный.

11. Турбинное оборудование гидроэлектростанций : руководство / под общей редакцией А. А. Морозова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Государственное энергетическое издательство, 1958. – 519 с. – Текст : непосредственный.

GOGOLEV Evgeny Semyonovich, doctor of technical sciences, professor of the chair of hydraulics; **AGEEVA Vera Valerevna**, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulics; **YANCHENKO Mikhail Andreevich**, senior teacher of the chair of hydraulics

DESIGN OF SMALL HYDRO POWER PLANTS WITH ROTARY ORTHOGONAL HYDRO TURBINES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-91;
e-mail: gid-nngasu@mail.ru

Key words: renewable energy sources (RES), small hydroelectric power plant, rotary orthogonal turbine, water flow, pressure, consumption, capacity of small hydroelectric power plant.

The paper gives a brief description of the current state of small hydropower engineering in Russia, as well as the prospects for its development in our country, using the rich experience in this area. Designs of small hydroelectric power plants with rotary orthogonal hydraulic turbines when the flow is supplied to the hydraulic turbine from the opposite direction are considered. The possibility of reducing the cost of construction of a flow-through system for the operation of a hydraulic turbine in the building of a small hydroelectric power station is shown; an approximate example of calculation of a small hydroelectric power station with a capacity of about 70 kW is presented.

REFERENCES

1. Larin V. I. Sostoyanie i perspektivy primeneniya vozobnovlyаемых источников энергии в России [State and prospects for the use of renewable energy sources in Russia]. Moscow, КМК, 2006, 94 p.
2. Mikhaylov L. P., Feldman B.P., Markanova T. K., [et al.] / Malaya gidroenergetika [Small hydropower]. Pod red. L.P. Mikhaylova. – Moscow : Energoatomizdat, 1989, 179 p. – ISBN 5-283-01984-5.
3. Bogush B. B., Khaziakhmetov R. M., Bushuev V. V., [et al.]. Osnovnye polozheniya



programmy razvitiya gidroenergetiki Rossii do 2030 goda i na perspektivu do 2050 goda [The main provisions of the program for the development of hydropower in Russia until 2030 and for the future until 2050]. Energeticheskaya politika [Energy Policy]. 2016, № 1. P. 3–19.

4. Sobol S. V., Fevralyov A. V. Ispolzovanie vodnoy energii malykh rek [Use of water energy of small rivers] : monografiya / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2009, 284 p. – ISBN 978-5-87941-631-2.

5. Kopusov E. V., Sobol S. V., Fevralyov A. V. Ekologicheskaya, sotsialnaya i ekonomicheskaya effektivnost ispolzovaniya vodnoy energii malykh rek [Ecological, social and economic efficiency of the use of water energy of small rivers] : monografiya / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod : NNGASU, 2009, 284 p. – ISBN 978-5-87941-631-2.

6. Korobeynikov O. P., Gogolev E. S., Dementev V. S. Povyshenie energoeffektivnosti malykh gidrouzlov na baze ikh modernizatsii [Improving the energy efficiency of small hydroelectric facilities on the basis of their modernization]. Ekonomicheskii analiz. Teoriya i praktika [Economic analysis. Theory and practice]. 2010, № 30 (195). P. 9–11.

7. Ageeva V. V., Titayev A. P. Rol maloy gidroenergetiki v Rossii [The role of small hydropower engineering in Russia]. Velikie reki : 21 Mezhdunarodny nauchno-promyshlenny forum, 14-17 maya 2019 g. Trudy nauchnogo kongressa: v 3 tomakh / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019. T. 1. P. 90–93.

8. Blyashko Ya. I. Sostoyanie i problemy maloy gidroenergetiki Rossii. Tendentsii v razvitiy mini-GES [State and problems of small hydropower in Russia. Trends in the development of mini-hydroelectric power plants]. Vozobnovlyayaemaya energetika XXI vek: Energeticheskaya i ekonomicheskaya effektivnost : materialy IV Mezhdunarodnogo kongressa REENCON-XXI, Skolkovo, 5-6 iyunya 2018 g. Moscow, 2018.

9. Volkova N. Yu. Primer podbora osnovnykh parametrov rotornykh ortogonalnykh turbin po glavnoy universalnoy kharakteristike [An example of the selection of the main parameters of rotary orthogonal turbines according to the main universal characteristic]. Vestnik VGAVT. Nizhny Novgorod, 2004. Vyp. 8. Sudostroenie, sudoremont, vodnye puti, gidrotekhnicheskie sooruzheniya i ekologicheskaya bezopasnost. [Shipbuilding, ship repair, waterways, hydraulic structures and environmental safety. Bulletin of VGAVT]. P. 151–157.

10. Arshenevsky N. N., Gubin M. F., Karelin V. Ya., [et al.]. Gidroelektricheskie stantsii [Hydroelectric stations]: uchbnik dlya vuzov; pod red. V. Ya. Karelina, G. I. Krivchenko. Moscow: Energoatomizdat, 1987, 464 p.

11. Morozov A. A. Turbinnoe oborudovanie gidroelektrostantsiy [Turbine equipment for hydroelectric power plants]. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow: Gos. energeticheskoe izdatelstvo, 1958, 519 p.

© Е. С. Гоголев, В. В. Агеева, М. А. Янченко, 2021

Получено: 27.03.2021 г.



УДК 627.4:332.64

Л. В. МОНИЧ, магистрант кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра;
Д. Н. ХОХЛОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений; **А. В. ЧЕЧИН**, канд. техн. наук, доц. кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ БЕРЕГОВ ОЗЕРНОЙ ЧАСТИ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА КАДАСТРОВУЮ СТОИМОСТЬ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ВОДООХРАННОЙ ЗОНЕ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-42-89;
эл. почта: gis@nngasu.ru

Ключевые слова: прогноз, смещение береговой линии, водоохранная зона, кадастровая стоимость, обременение.

Представлены результаты прогноза смещения бровки абразионных берегов озерной части Горьковского водохранилища на тридцатилетний период и предложена методика учета динамики границы водоохранной зоны в оценках кадастровой стоимости земельных участков, пересекаемых этой границей.

В Российской Федерации, обладающей развитой сетью рек, большим количеством озер и водохранилищ, многие земельные участки полностью или частично попадают в водоохранные зоны (ВОЗ), примыкающие к береговым линиям этих водотоков и водоемов. Ширина водоохранных зон устанавливается Водным кодексом РФ [1]. Для устранения угрозы загрязнения водных объектов и негативного влияния на их животный и растительный мир в таких зонах вводятся ограничения хозяйственной деятельности. В связи с этим возникают юридические ограничения на пользование или владение земельными участками, определяемые Земельным кодексом РФ [2]. Согласно данным публичной кадастровой карты [3], количество земельных участков, частично попадающих в ВОЗ только у берегов Горьковского водохранилища, достигает 2000. Учитывая, что в бассейне Волги имеется шесть больших водохранилищ, общее количество таких участков можно увеличить кратно.

Цель работы – расчетный прогноз положения бровки участков абразионных берегов озерной части Горьковского водохранилища, ее смещения на период с 2020 по 2050 годы и создание методики учета кадастровой стоимости земельных участков, частично пересекаемых линией границы водоохранной зоны.

Горьковское водохранилище от устья реки Елнати до плотины Нижегородской ГЭС на расстоянии 90 км имеет озеровидное расширение. При общей площади водохранилища 1591 км², площадь его озерной части составляет 1008 км². До проектных уровней Горьковское водохранилище было наполнено в 1957 году [4]. Вдоль левого берега озерной части водохранилища преобладают песчаные обвальнo-осыпные абразионные берега высотой до 15 м. На правой стороне представлены более высокие обвальнo-осыпные абразионные берега, которые отличаются меньшей шириной прибрежных отмелей, но большей крутизной береговых обрывов, а также оползнево-абразионные берега, сложенные, как правило, несколькими слоями пород и чередующиеся с берегами других типов. Все абразионные берега водохранилища находятся в III стадии развития (становление берега и абра-

зионно-аккумулятивной отмели), проявляющейся на вогнутых участках приближением к стадии динамического равновесия [4, 5].

Величина отступления бровки берегового обрыва Δx , м, от первоначального уреза при нормальном подпорном уровне (НПУ) определяется как

$$\Delta x = x_{\text{НПУ}} - x_0, \quad (1)$$

где $x_{\text{НПУ}}$ – горизонтальная координата первоначального уреза воды при НПУ; x_0 – текущая координата бровки обрыва.

В данной работе использованы результаты измерений профилей абразионных берегов, выполненных в 2009–2010 гг. на четырех наблюдательных участках, а также расчетов берегопереформирования, проведенных с помощью компьютерной программы «Берега» с учетом наблюдаемой динамики абразии [6–8]. Построены графики смещения бровки берегового обрыва за период наблюдений 1957–2009 гг. и прогнозов на период до 2010–2020 гг. [8]. Участки относятся к озерной части Горьковского водохранилища, два из них находятся на левобережье и два – на правобережье (рис. 1).



Рис. 1. Положение участков наблюдения за переформированием берегов Горьковского водохранилища (участки отмечены дугами) [6, 7]

Учитывая хозяйственную значимость земель, относящихся к ВОЗ, прогноз берегопереформирования распространен на период до 2050 г. Результаты представлены в таблице. Для выполнения прогнозных расчетов использовалась картографическая основа на базе программы *MapInfo Professional*. Для получения трендов использовался графический материал [5], показывающий наблюдаемое и прогнозируемое смещение бровки берега с 2000 по 2020 гг. (рис. 2). В работе отсчет смещения бровки берега проведен от ее положения на момент спутниковой съемки участков 1–4, выполненной в 2007 г. [8]. Для построения трендов использовалась программа *MS Excel*, которая дает для линии тренда уравнение и величину достоверности аппроксимации. Значения последней при определении линий трендов не опускались ниже 0,97.

Графический материал приведен на рис. 2, расчетные данные указаны в таблице.

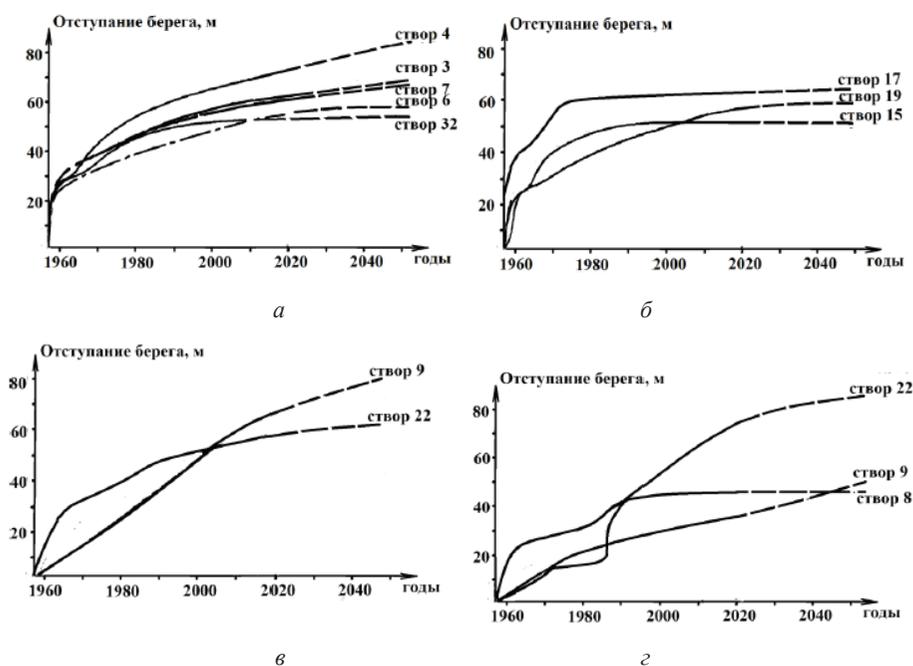


Рис. 2. Отступление бровки берегового обрыва: *а* – для участка берега № 1; *б* – для участка берега № 2; *в* – для участка берега № 3; *г* – для участка берега № 4

Как видно из рис. 2, прогноз смещения бровки берегового обрыва дает резко отличающиеся результаты в различных створах рассмотренных участков берега. К 2040–2050 гг. смещение превышает 20 м (по отношению к взятому за точку отсчета трендов к уровню 2007 г.) – для створа 9 (участок № 3) и для створов 9 и 22 (участок № 4). В створе 4 (участок № 1) смещение превышает 14 м. В створе 7 (участок № 1), в створе 19 (участок № 2) и в створе 22 (участок № 3) смещения превышают 5 м (см. таблицу).

Переформирование берегов водохранилищ и изменение границы ВОЗ является значимым фактором, способным влиять на экономическую деятельность регионов, прилегающих к берегам водохранилищ, поэтому совершенствование методики оценки стоимости земельных участков, находящихся в ВОЗ и вблизи ее границы, имеет прикладное значение.

В методических рекомендациях, введенных по приказу Министерства экономического развития РФ от 12 мая 2017 г. № 226 «Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке» с изменениями и дополнениями от 9 августа 2018 г. и 9 сентября 2019 г. [9], имеется перечень ценообразующих факторов, влияющих на стоимость земельного участка. Наличие обременений, к которым относится и принадлежность к ВОЗ, является одним из таких факторов.



Отступление бровки берегового обрыва, прогноз

Створ	Отступление бровки берегового обрыва							
	прогноз на 2020 г., м		прогноз на 2030 г., м		прогноз на 2040 г., м		прогноз на 2050 г., м	
	от первоначального уреза при НПУ	от бровки берегового обрыва в 2010 г.	от первоначального уреза при НПУ	от бровки берегового обрыва в 2010 г.	от первоначального уреза при НПУ	от бровки берегового обрыва в 2010 г.	от первоначального уреза при НПУ	от бровки берегового обрыва в 2010 г.
Участок № 1								
Створ №3 ГМО	62,69	2,45	63,72	3,48	64,51	4,27	65,14	4,90
Створ №4 ГМО	72,10	4,62	75,40	7,92	78,70	11,22	82,00	14,52
Створ №6 ГМО	52,92	0,93	53,59	1,60	54,27	2,28	54,96	2,97
Створ №7 ГМО	61,41	3,01	62,69	4,29	63,66	5,26	64,45	6,05
Створ №32 ГМО	52,92	0,35	53,18	0,61	53,43	0,89	53,69	1,12
Участок № 2								
Створ №15 ГМО	50,02	0,34	50,26	0,58	50,50	0,82	50,74	1,06
Створ №17 ГМО	61,09	0,27	61,28	0,46	61,48	0,66	61,67	0,85
Створ №19 ГМО	53,52	3,57	55,06	5,11	56,23	6,28	57,19	7,24
Участок № 3								
Створ №9 ГМО	68,10	10,21	72,79	14,90	76,50	18,61	79,59	21,70
Створ №22 ГМО	59,14	3,38	60,58	4,82	61,68	5,92	62,58	6,82
Участок № 4								
Створ №8 ГМО	44,87	0,15	44,93	0,21	44,98	0,26	45,01	0,29
Створ №9 ГМО	30,51	5,65	36,16	10,31	40,82	15,59	52,04	21,53
Створ №22 ГМО	73,01	11,66	78,40	17,05	82,69	21,34	86,29	24,94

В общем виде при наличии нескольких обременений формула для оценки кадастровой стоимости земельного участка может быть представлена как [10]:

$$КС = \text{УПКС} \left(\sum_{i=1}^n (S_{oi} K_i + S_H) \right), \quad (2)$$

где КС – кадастровая стоимость земельного участка, УПКС – удельный коэффициент кадастровой стоимости; S_{oi} – часть площади земельного участка, попадающая под обременение номер i ; S_H – часть площади земельного участка, свободная от



обременений; $\sum_{i=1}^n S_{oi} + S_H = S$, где S – полная площадь земельного участка;

K_i – коэффициент дифференциации для обременения номер i .

Рассмотрим случай, когда обременением является только принадлежность части площади земельного участка к ВОЗ. Пусть граница ВОЗ пересекает участок и имеется тренд ее дальнейшего продвижения. Тогда благодаря смещению границы ВОЗ, площади под обременением и без обременения за время t изменятся на величину ΔS .

$$S_o = S_o(0) + \Delta S, \quad S_H = S_H(0) - \Delta S, \quad (3)$$

где $S_o(0)$ и $S_H(0)$ – площади земельного участка под обременением и без обременения соответственно; для начального момента времени (в данной работе начальным моментом является 2007 г. или округленно 2010 г., при этом $\Delta S = 0$). Граница ВОЗ для каждого года, данного в прогнозе, наносится на публичную карту земельных участков Нижегородской области. В соответствии с этим в формуле (2) будут изменяться произведения $S_{oi}K_i$ и прогнозируемая КС. Формы земельных участков и их приращений ΔS разнообразны, но обычно они соответствуют простым геометрическим фигурам: а) прямоугольнику и б) треугольнику, что позволяет в большинстве случаев для оценок использовать линейные величины: $a(t)$ – поперечный размер участка вдоль границы ВОЗ и $b(t)$ – расчетное значение смещения границы ВОЗ. Тогда величина ΔS будет определяться формулой:

$$\Delta S = b(t)A(t), \quad (4)$$

где для случаев: а) $A(t)$ равно $a(t)$; б) $A(t)$ равно $a(t)/2$.

Анализ данных публичной кадастровой карты [3] показывает, что в настоящее время в оценках КС земельных участков фактор пересечения участка границей ВОЗ и прогноз смещения этой границы не учитываются. Поэтому методика оценки КС таких участков должна совершенствоваться с учетом данных формирования береговой линии водохранилищ озерного типа.

При оценках экономической значимости учета ограничений, связанных с полной или частичной принадлежностью земельного участка к ВОЗ, следует принимать во внимание не только снижение КС участка и соответствующее снижение налогооблагаемой базы для местных административных органов, но и возможность предотвращения юридически конфликтных ситуаций, доля которых для таких участков может достигать 60 % [11]. Количественные оценки коэффициентов дифференциации для земельных участков, относящихся к населенным пунктам и землям сельскохозяйственного назначения [10, 12] позволяют найти изменения величин КС, которые будут вызваны предсказываемым смещением бровки береговой линии за тридцатилетний период с 2020 до 2050 годы. В качестве примеров влияния смещения границы ВОЗ на оценку КС рассмотрим 2 земельных участка, принадлежащих участкам 1-го и 3-го наблюдений за реформированием берегов Горьковского водохранилища.

Первый из них, земельный участок с кадастровым номером 52:15:0070336:1582, имеет площадь 1 042,00 м² (рис. 3). К концу 2020 года площадь, относящаяся к ВОЗ, составляла 900 м², а кадастровая стоимость –146 546,88 руб. [3]. Участок расположен по адресу: Нижегородская обл., Городецкий р-н, Тимирязевский сельсовет, 120 м на север от д. Вашуриха. Категория земель – земли сельскохозяйственного назначения, вид разрешенного использования – для дачного строительства. За счет смещения границы ВОЗ к 2050 году площадь, попадающая под данное обременение, изменится до 1000 м². Тогда, в соответствии с формулами (2) и (4), величина

кадастровой стоимости снизится с 146 546,88 руб. до 114 902,88 руб. Учитывая ставку налогообложения для территорий, относящихся к участку наблюдения 1 [13], изменение земельного налога составит 94,93 руб.

В качестве второго примера рассмотрим земельный участок с кадастровым номером 52:13:0100412:48, общей площадью 2 621,00 м² и площадью, относящейся на 2020 год к ВОЗ, 2200 м² (рис. 4). Кадастровая стоимость участка составляла 112 834,05 руб. [3]. Участок расположен по адресу: Нижегородская обл., р-н Чкаловский, Кузнецовская сельская администрация, участок № 77, между д. Нагорное и д. Колганово. Категория земель – земли населенных пунктов, вид разрешенного использования – для дачного строительства. Однако к 2050 году земельный участок полностью попадет в ВОЗ. При этом величина кадастровой стоимости снизится с 112 834,05 руб. до 89 156,55 руб. Учитывая ставку налогообложения для территорий, относящихся к участку наблюдения 3 [14], изменение земельного налога составит 71,03 руб.



Рис. 3. Изменение водоохранной зоны за период с 2020 по 2050 годы (участок 1)

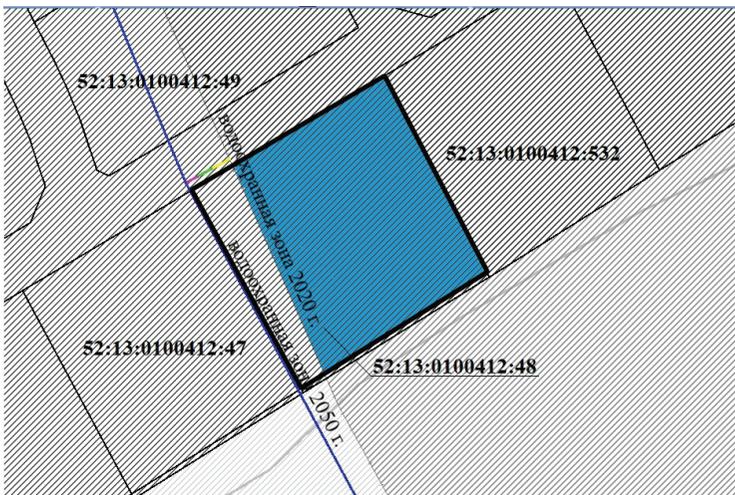


Рис. 4. Изменение водоохранной зоны за период с 2020 по 2050 годы (участок 3)



Приведенные примеры показывают, что изменения налогообложения при учете обременений, связанных с полной или частичной принадлежностью земельных участков в ВОЗ, могут составить существенные для местных бюджетов значения. Вместе с тем учет и прогнозирование на несколько десятилетий принадлежности к ВОЗ позволит упростить юридические проблемы владения такими земельными участками и предотвратить судебные иски, негативно сказывающиеся на экономической деятельности муниципальных образований, находящихся в зонах, имеющих большой потенциал хозяйственной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Водный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон Российской Федерации от 30 июня 2006 года № 74-ФЗ : [принят Государственной Думой 28 сентября 2001 года : одобрен Советом Федерации 10 октября 2001 года] : [редакция, действующая с 1 января 2021 года] : [с изменениями на 8 декабря 2020 года]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901982862/> (дата обращения: 20.03.2021). – Текст : электронный.
2. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон Российской Федерации от 25 октября 2001 года № 136-ФЗ : [принят Государственной Думой 12 апреля 2006 года : одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 года] : [редакция 10 декабря 2020 года] : [с изменениями на 10 января 2021 года]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения: 20.03.2021). – Текст : электронный.
3. Публичная кадастровая карта 2021 года. – URL: https://egrnmap.ru/?gclid=EAIaIQobChMiiNymo4jO7wIVTPgYCh0G4w7-EAAYASAAEgIrCPD_Bw (дата обращения: 20.03.2021). – Текст : электронный.
4. Иконников, Л. Б. Формирование берегов водохранилища / Л. Б. Иконников. – Москва : Наука, 1972. – 95 с. – Текст : непосредственный.
5. Соболев, И. С. Закономерности эволюции абразионных берегов равнинных водохранилищ / И. С. Соболев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2012. – № 4. – С. 149–154.
6. Анализ переформирования абразионных берегов Горьковского водохранилища за период 1957–2010 гг. с прогнозом на следующее десятилетие / С. В. Соболев, И. С. Соболев, Л. Б. Иконников, Д. Н. Хохлов. – Текст : непосредственный // Гидротехническое строительство. – 2011. – № 12. – С. 13–20.
7. Возобновление долгосрочных инструментальных наблюдений за переформированием абразионных берегов Горьковского водохранилища / С. В. Соболев, И. С. Соболев, Л. Б. Иконников, Д. Н. Хохлов. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2010. – № 2. – С. 40–47.
8. Хохлов, Д. Н. Развитие и автоматизация энергетических методов расчетов переформирований абразионных и термоабразионных берегов водохранилищ : специальность 05.23.07 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Д. Н. Хохлов ; Российский государственный аграрный университет. – Нижний Новгород, 2017. – 188 с. : ил. – Текст : непосредственный.
9. Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке : утверждены приказом Минэкономразвития России от 12.05.2017 г. № 226. – URL: <http://base.garant.ru/71686152/#ixzz6XeUgSqIP/> (дата обращения: 20.02.2021). – Текст : электронный.
10. Быкова, Е. Н. Определение кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения с учетом обременений в их использовании / Е. Н. Быкова, В. В. Бутина. – Текст : непосредственный // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 2 – С. 52–57.
11. Оценка влияния водоохраных зон на кадастровую стоимость земельных участков /



Д. А. Шаповалов, С. А. Гальченко, Д. В. Антропов, Р. В. Жданова. – Текст : непосредственный // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. – № 6. – С. 22–25.

12. Чернецкая, Ю. В. Совершенствование методики кадастрового расчета земельного участка с учетом обременений и ограничений на землю для целей налогообложения / Ю. В. Чернецкая. – Текст : непосредственный // Записки горного института. – 2012. – Том 196. – С. 105–109.

13. Федеральная налоговая служба. Справочная информация о ставках и льготах по имущественным налогам. Нижегородская область, Тимирязевский сельский совет Городецкого муниципального района Нижегородской области. – URL: <https://www.nalog.ru/rn77/service/tax/d1055063/> (дата обращения: 21.02.2021). – Текст : электронный.

14. Федеральная налоговая служба. Справочная информация о ставках и льготах по имущественным налогам. Нижегородская область, Городской округ города Чкаловска Нижегородской области. – URL: <https://www.nalog.ru/rn77/service/tax/d1055065/> (дата обращения: 21.02.2021). – Текст : электронный.

MONICH Lyubov Viktorovna, undergraduate student of the chair of geoinformatics, geodesy and cadastre; KHOKHLOV Dmitry Nikolaevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydrotechnical and transport constructions; CHECHIN Andrey Vyacheslavovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of geoinformatics, geodesy and cadastre

FORECAST OF THE LAKE-PART OF THE GORKY RESERVOIR COASTS REFORMATION AND ITS EFFECT ON THE CADASTRE PRICE OF LAND PLOTS ADJOINED TO THE WATER PROTECTION ZONE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-42-89;
e-mail: gis@nngasu.ru

Key words: forecast, coastline displacement, water protection zone, cadastre price, encumbrance.

The article gives a thirty-years forecast of displacement of the coastline of the lake-part of the Gorky reservoir and suggests a method of considering dynamics of the boarder of the water protection zone in evaluation of the cadastre price of land plots intersected by this border.

REFERENCES

1. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Vodny kodeks Rossiyskoy Federatsii : Federalny zakon Rossiyskoy Federatsii ot 30 iyunya 2006 goda № 74-FZ [Russian Federation. The laws. Water Code of the Russian Federation: Federal Law of the Russian Federation № 74-FZ of June 30, 2006]. Prinyat Gosudarstvennoy Dumoy 28 sentyabrya 2001 goda, odobren Sovetom Federatsii 10 oktyabrya 2001 goda : redaktsiya, deystvuyuschaya s 1 yanvarya 2021 goda, s izmeneniyami na 8 dekabrya 2020 goda. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901982862/> (data obrascheniya: 20.03.2021).

2. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Zemelny kodeks Rossiyskoy Federatsii : Federalny zakon Rossiyskoy Federatsii ot 25 oktyabrya 2001 goda [Russian Federation. The laws. Land Code of the Russian Federation: Federal Law of the Russian Federation № 136-FZ of October 25, 2001]. Prinyat Gosudarstvennoy Dumoy 12 aprelya 2006 goda : odobren Sovetom Federatsii 26 maya 2006 goda, redaktsiya 10 dekabrya 2020 goda, s izmeneniyami na 10 yanvarya 2021 goda. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (data obrascheniya: 20.03.2021).

3. Publichnaya kadastrvaya karta 2021 goda [Public cadastral map of 2021]. – URL: https://egrnmap.ru/?gclid=EAIaIqobChMiNymo4jO7wIVTPgYCh0G4w7-EAAYASAAEgIrCPD_Bw



(data obrascheniya: 20.03.2021).

4. Ikonnikov L. B. Formirovanie beregov vodokhranilisha [Formation a reservoir coast]. – Moscow: Nauka, 1972, 95 p.

5. Sobol I. S. Zakonomernosti evolyutsii abrazionnykh beregov ravninnykh vodokhranilish [Regularities of evolution of abrasive coasts of the plain reservoirs]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2012, № 4. P. 149–154.

6. Sobol S. V., Sobol I. S., Ikonnikov L. B., Khokhlov D. N. Analiz pereformirovaniya abrazionnykh beregov Gorkovskogo vodokhranilisha za period 1957-2010 gg. s prognozom na sleduyushee desyatiletie [Analysis of abrasive coast re-forming of the Gorky reservoir for the period from 1957 up to 2010 with a prognosis for the next decade]. Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo [Power Technology and Engineering], 2011, № 12. P. 13–20.

7. Sobol S. V., Sobol I. S., Ikonnikov L. B., Khokhlov D. N. Vozobnovlenie dolgosrochnykh instrumentalnykh nablyudeniy za pereformirovaniem abrazionnykh beregov Gorkovskogo vodokhranilisha [Resumption of long-term instrumental observations of the re-forming of abrasive coasts of the Gorky reservoir]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2010, № 2. P. 40–47.

8. Khokhlov D. N. Razvitiye i avtomatizatsiya energeticheskikh metodov raschyotov pereformirovaniya abrazionnykh i termoabrazionnykh beregov vodokhranilish [Development and automatization of power methods of abrasive and thermo-abrasive reservoirs coasts re-forming]. Dissertatsiya na soiskanie uchyonoy stepeni k.t.n.; Ross. gos. agrarny un-t. Nizhny Novgorod, 2017, 188 p.: il.

9. Ob utverzhdenii metodicheskikh ukazaniy o gosudarstvennoy kadaastrovoy otsenke [On the approval of methodological instructions on the state cadastral valuation]: utverzhdeny prikazom Minekonomrazvitiya Rossii ot 12.05.2017 g. № 226. – URL: <http://base.garant.ru/71686152/#ixzz6XeUgSqIP/> (data obrascheniya: 20.02.2021).

10. Bykova E. N., Butina V. V. Opredelenie kadaastrovoy stoimosti zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya s uchytom obremeneniya v ikh ispolzovanii [Assessment of the cadastre price of rural lands with consideration of their encumbrances]. Inzhenerny vestnik Dona [Engineering Journal of Don], 2014, № 2. P. 52–57.

11. Shapovalov D. A., Galchenko S. A., Antropov D. V., Zhdanova R. V. Otsenka vliyaniya vodookhrannykh zon na kadaastrovuyu stoimost zemelnykh uchastkov [Assessment of the impact of water protection zones on the cadastral value of land plots]. Mezhdunarodny selskokhozyaystvenny zhurnal [International agricultural journal], 2017, № 6. P. 22–25.

12. Chernetskaya Yu. V. Sovershenstvovanie metodiki kadaastrovogo raschyota zemelnogo uchastka s uchytom obremeneniya i ogranicheniy na zemlyu dlya tseley nalogooblozheniya [Refinements of strategy for calculating cadastral value of ground area considering encumbrances and restrictions with the aim of taxation]. Zapiski gornogo instituta [The notes of the miner institution], 2012. V. 196. P. 105–109.

13. Federalnaya nalogovaya sluzhba. Spravochnaya informatsiya o stavkakh i lgotakh po imuschestvennym nalogam. Nizhegorodskaya oblast, Timiryazevskiy selskiy sovet Gorodetskogo munitsipalnogo rayona Nizhegorodskoy oblasti [The Federal Tax Service. Reference information about the rates and privileges on property taxes. Nizhny Novgorod region, Timiryazevsky village council of the Gorodetsky municipal district of the Nizhny Novgorod region]. – URL: <https://www.nalog.ru/rn77/service/tax/d1055063/> (data obrascheniya: 21.02.2021).

14. Federalnaya nalogovaya sluzhba. Spravochnaya informatsiya o stavkakh i lgotakh po imuschestvennym nalogam. Nizhegorodskaya oblast, Gorodskoy okrug goroda Chkalovska Nizhegorodskoy oblasti [The Federal Tax Service. Reference information about the rates and privileges on property taxes. Nizhny Novgorod region, Urban district of the city of Chkalovsk, Nizhny Novgorod region.]. – URL: <https://www.nalog.ru/rn77/service/tax/d1055065/> (data obrascheniya: 21.02.2021).

© Л. В. Монич, Д. Н. Хохлов, А. В. Чечин, 2021

Получено: 27.03.2021 г.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 628.46 (470.341)

Д. В. БОЯРКИН, канд. техн. наук, доц. кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ РАЗДЕЛЬНОГО НАКОПЛЕНИЯ ТКО НА ПРИМЕРЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, региональный оператор, обращение с отходами, раздельное накопление отходов.

Рассмотрены вопросы внедрения системы раздельного накопления твердых коммунальных отходов как одного из аспектов проводящейся в настоящее время в РФ реформы обращения с отходами. Проанализированы первые этапы внедрения системы раздельного накопления твердых коммунальных отходов и выявлен ряд проблем, возникающих в ходе выполнения данной процедуры на примере Нижегородской области.

В настоящее время в РФ проводится масштабная реформа сферы обращения с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО). Первым этапом данной реформы можно считать появление Федерального закона от 29.12.2014 № 458-ФЗ [1], внесшего значительное количество изменений и дополнений в Федеральный закон от 24 июня 1998 года № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [2] (далее – Федеральный закон № 89-ФЗ). В частности, согласно новой редакции Федерального закона № 89-ФЗ, вступившей в силу с 1 января 2019 года, «сбор, транспортирование, обработка, утилизация, обезвреживание, захоронение твердых коммунальных отходов на территории субъекта Российской Федерации обеспечиваются одним или несколькими региональными операторами в соответствии с региональной программой в области обращения с отходами и территориальной схемой обращения с отходами» (п. 1 ст. 24.6).

Во исполнение данного положения Федерального закона № 89-ФЗ на территории Нижегородской области (в соответствии с «Территориальной схемой обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, на территории Нижегородской области», утвержденной постановлением Правительства Нижегородской области от 8 ноября 2016 года № 752 [3]) в период с 2017 по 2018 годы были проведены конкурсы и заключены договоры с организациями, выбранными в качестве региональных операторов по обращению с ТКО.

С 1 января 2019 года на территории Российской Федерации в целом и на территории Нижегородской области в том числе, был осуществлен переход к сбору ТКО региональными операторами по обращению с ТКО. Региональный оператор по обращению с твердыми коммунальными отходами (далее – региональный оператор) – оператор по обращению с твердыми коммунальными отходами – юридическое лицо, которое обязано заключить договор на оказание услуг по обращению с твердыми коммунальными отходами с собственником твердых коммунальных отходов, которые образуются и места накопления которых находятся в зоне деятельности регионального оператора (статья 1 Федерального



закона от 24 июня 1998 года № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»). На территории Нижегородской области в период с 2017 по 2018 годы были проведены конкурсы и заключены договоры с организациями, выбранными в качестве региональных операторов.

В соответствии со статьей 21 Федерального закона № 89-ФЗ одним из основных принципов экономического регулирования в области обращения с отходами является уменьшение количества отходов и вовлечение их в хозяйственный оборот. В рамках реализации полномочий по участию в проведении государственной политики в области обращения с отходами на территории соответствующего субъекта Российской Федерации на территории Нижегородской области было принято решение о внедрении системы раздельного накопления ТКО.

Данная система призвана уменьшить количество отходов, направляемых на размещение на полигоны, и, соответственно, увеличить количество отходов, вовлекаемых в повторное использование. В соответствии с Порядком накопления твердых коммунальных отходов (в том числе их раздельного накопления) на территории Нижегородской области (далее – Порядок), утвержденным Постановлением Правительства Нижегородской области от 05.06.2018 № 407 [4], раздельное накопление ТКО предусматривает разделение ТКО потребителями по морфологическим компонентам с целью выделения вторичных материальных ресурсов и складирование разделенных морфологических компонентов ТКО на контейнерных площадках в соответствующие контейнеры, предназначенные для раздельного накопления ТКО. При организации раздельного накопления ТКО применяется двухконтейнерная (двухпоточная) система раздельного накопления ТКО, при которой морфологические компоненты ТКО: бумага, картон, различные виды пластика, металл, стекло, текстиль – размещаются в специальном сетчатом контейнере желтого цвета. Компоненты ТКО, не подлежащие размещению в сетчатом контейнере, размещаются в контейнере зеленого цвета. Указанный Порядок распространяется в том числе и на юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, вместе с тем в пункте 4.3 Порядка указано, что решение о раздельном накоплении ТКО, образующихся в многоквартирных домах, принимается на общем собрании собственников помещений в многоквартирном доме. Раздельное накопление ТКО, образующихся в индивидуальных жилых домах, осуществляется на контейнерных площадках, внесенных в реестр контейнерных площадок, в случае принятия соответствующего решения органом местного самоуправления. Возможность для перехода на раздельное накопление ТКО для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей прямо не предусмотрена, что порождает неоднозначность трактовки возможности перехода на раздельное накопление ТКО юридических лиц. Данная ситуация усугубляется тем, что в соответствии с решениями региональной службы по тарифам Нижегородской области, региональным операторам по обращению с ТКО на 2020 год были установлены разные тарифы на услугу по обращению с ТКО при совместном и раздельном накоплении. Тарифы при раздельном накоплении ниже, что для ряда юридических лиц делает экономически более выгодным раздельное накопление с учетом образовавшегося объема ТКО по фактическому объему образования. Однако неоднозначность трактовки положений Порядка приводит к тому, что региональные операторы не заключают с юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями договоры на условиях раздельного накопления ТКО, ссылаясь на отсутствие отходов от раздельного накопления ТКО, образующихся у юридических лиц, в Федеральном классификационном



каталоге отходов (далее – ФККО), утвержденном приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 [5].

Данная позиция региональных операторов по обращению с ТКО обоснована, поскольку, согласно ФККО, к ТКО относятся все виды отходов подтипа отходов «Отходы коммунальные твердые» (код 7 31 000 00 00 0), а также другие отходы типа отходов «Отходы коммунальные, подобные коммунальным на производстве, отходы при предоставлении услуг населению» код (7 30 000 00 00 0) в случае, если в наименовании подтипа отходов или группы отходов указано, что отходы относятся к ТКО. В ФККО присутствует группа отходов «Отходы из жилищ при раздельном сборе» (код по ФККО 7 31 120 00 00 0), при этом сортированные отходы от производственных и офисных помещений не включены, следовательно, образования сортированных ТКО от производственных и офисных помещений действующим законодательством не предусмотрено.

Вместе с тем в ФККО включены типы отходов, к которым фактически относятся указанные в Порядке морфологические компоненты ТКО: бумага, картон, различные виды пластика, металл, стекло, текстиль, подлежащие раздельному накоплению: «текстиль и изделия текстильные, утратившие потребительские свойства» (код по ФККО 4 02 000 00 00 0), «бумага и изделия из бумаги, утратившие потребительские свойства» (код по ФККО 4 05 000 00 00 0), «резиновые и пластмассовые изделия, утратившие потребительские свойства» (код по ФККО 4 30 000 00 00 0), «неметаллические минеральные продукты прочие, утратившие потребительские свойства (кроме отходов строительных материалов, вошедших в Блок 8)» (код по ФККО 4 50 000 00 00 0) «лом и отходы черных и цветных металлов» (код по ФККО 4 60 000 00 00 0).

Соответственно, в связи с вышеизложенным при организации раздельного накопления ТКО на предприятии отнесение отсортированных отходов к ТКО не представляется возможным, указанные отходы должны быть классифицированы предприятиями в соответствии с ФККО как отходы блока 4 «Отходы потребления производственные и непроизводственные, материалы, изделия, утратившие потребительские свойства, не вошедшие в блоки 1-3, 6-9». Поэтому, в настоящее время, юридические лица и индивидуальные предприниматели не имеют права заключать с региональными операторами договора на вывоз раздельно накопленных ТКО, с учетом по факту и расчетом по тарифу, установленному для раздельного накопления.

Кроме того, следует обратить внимание, что Распоряжением Правительства РФ от 25.07.2017 № 1589-р «Об утверждении перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается» [6] (далее – Перечень), установлены перечни отходов, которые запрещается направлять на размещение на полигонах. В данном Перечне, в том числе присутствуют отходы, которые, в соответствии с Правилами, должны накапливаться в желтых контейнерах. Указанные в Перечне отходы юридические лица и индивидуальные предприниматели должны накапливать отдельно и передавать специализированным организациям для утилизации, обработки и/или обезвреживания. Вместе с тем следует отметить, что значительная часть юридических лиц и индивидуальных предпринимателей не располагают возможностью установить отдельные емкости для раздельного накопления перечисленных в Перечне отходов. Кроме того, данные отходы могут образовываться в незначительных количествах (от 5 до 100 кг в год), что делает организацию раздельного накопления отходов и заключение договоров



для их передачи на утилизацию, обработку и/или обезвреживание для ряда юридических лиц и индивидуальных предпринимателей нерентабельным. В связи с вышеизложенным перспективным представляется возможность введения в ФККО видов отходов от сортировки ТКО, образующихся у юридических лиц и индивидуальных предпринимателей с возможностью передачи указанных отходов региональному оператору. Эта мера позволила бы вовлечь во вторичную переработку и использование больший объем отходов, образующихся у предприятий и организаций.

Возвращаясь к вопросу раздельного накопления ТКО, следует отметить, что их накопление у населения также вызывает ряд сложностей у региональных операторов по обращению с ТКО. Одной из проблем в данном случае является проблема учета отхода, образующегося при раздельном накоплении ТКО. В соответствии с пунктом 4 Порядка учета в области обращения с отходами, утвержденного Приказом Минприроды России от 08.12.2020 № 1028 [7], учету подлежат все виды отходов I–V классов опасности, образовавшихся у юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, а также полученных юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями от других лиц с целью их накопления, обработки, утилизации, обезвреживания, размещения. Кроме того, согласно действующему законодательству, передача отходов на размещение/утилизацию возможна только организациям, в чьи лицензии включены данные виды отходов.

В ФККО включена группа отходов «Отходы из жилищ при раздельном накоплении» (код по ФККО 7 31 120 00 00 0), в которой в настоящее время отсутствуют конкретные виды отходов. Для отходов, не включенных в ФККО, индивидуальные предприниматели и юридические лица указывают класс опасности, определенный в соответствии с порядком отнесения отходов I–V классов опасности к конкретному классу опасности, устанавливаемым Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Порядок подтверждения отнесения отходов I–V классов опасности к конкретному классу опасности, утвержденный Приказом Минприроды России от 08.12.2020 № 1027 [8], устанавливает процедуру подготовки индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, в процессе деятельности которых образуются отходы, документов и материалов отнесения отходов I–V классов опасности к конкретному классу опасности, их рассмотрения и принятия решения о подтверждении отнесения отходов к конкретному классу опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду территориальными органами Федеральной службой по надзору в сфере природопользования.

Вместе с тем принимаемые региональным оператором по обращению с ТКО раздельно собранные отходы образуются у физических лиц, владеющих и/или пользующихся жилыми помещениями, в связи с чем обязанность по определению класса опасности, образующегося при раздельном накоплении отхода у регионального оператора по обращению с ТКО отсутствует.

Вместе с тем в соответствии со статьей 14 Федерального закона № 89-ФЗ отнесение отходов к конкретному классу опасности возложено только на индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, в связи с чем обязанность по отнесению образующихся в процессе раздельного накопления ТКО не может быть возложена на отходообразователей, поскольку они являются физическими лицами.

Так как конкретные виды ТКО, образующиеся при раздельном накоплении ТКО, до настоящего времени не были включены в ФККО, то и организации, в чьих



лицензиях указана возможность размещения, обработки, обезвреживания или утилизации данных видов отходов, также отсутствуют. На практике это приводит к невозможности проводить фактический учет отдельно отсортированных видов ТКО, следовательно, делает бессмысленным для региональных операторов по обращению с ТКО систему раздельного накопления ТКО, так как, хотя для отходообразователей (физических лиц) возможно провести учет по фактическому образованию, но дальнейший учет данного вида отхода будет осуществляться организациями, осуществляющими размещение ТКО как «Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные)». Система раздельного накопления ТКО может быть выгодна тем региональным операторам по обращению с ТКО, в чьей собственности находятся полигоны ТКО, на которых осуществляется размещение ТКО, образованных в зоне их деятельности. В таком случае организации смогут в отчетности классифицировать раздельно накопленные ТКО как виды отходов, относящихся к подгруппе «Отходы (остатки) сортировки коммунальных отходов и отходы блока 4 «Отходы потребления производственные и непроизводственные, материалы, изделия, утратившие потребительские свойства, не вошедшие в блоки 1-3, 6-9», передав при этом часть накопленных отдельно ТКО организациям, занимающимся обработкой и/или утилизацией отходов бумаги, картона, пластмасс, металлов и т. д. Остальные региональные операторы по обращению с ТКО вынуждены будут продолжать передавать отходы, образующиеся при раздельном накоплении ТКО как «Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные)» для размещения на полигоны, фактически передавая на размещение отходы, которые могли бы быть переданы утилизирующим организациям, и региональный оператор по обращению с ТКО мог бы получить при данной операции дополнительный доход.

Данная проблема может быть решена двумя путями. Первый из них предусматривает:

- включение в ФККО конкретных видов отходов в группу «Отходы из жилищ при раздельном накоплении», при этом инициатива об их включении должна исходить от Министерства природных ресурсов Российской Федерации, так как ни сами отходообразователи (физические лица), ни организации, занимающиеся транспортированием, обработкой, обезвреживанием, размещением и/или утилизацией данных видов отходов не обладают правом подать заявку о включении указанных отходов в ФККО;

- внесение изменений в законодательство, которые возложили бы обязанность включения в ФККО и разработки паспортов на отходы, образующиеся в жилых домах, на региональных операторов по обращению с ТКО или иных юридических лиц (например, управляющие компании, осуществляющие обслуживание жилых домов). Вместе с тем данные изменения повлекут за собой как необходимость дополнительных разъяснений об обязательности разработки указанных документов для каждого конкретного жилого дома (квартиры), так и необходимость включения в тариф региональных операторов денежных средств на осуществление паспортизации отходов, образующихся в жилых домах, находящихся в зоне обслуживания конкретным региональным оператором.

Вторым возможным решением проблемы раздельного накопления ТКО является отказ от принятой на территории Нижегородской области системы раздельного накопления ТКО в пользу передачи образующихся у населения отходов, которые могут быть утилизированы напрямую от населения, специализированным организациям. Например, на территории Нижегородской области функционируют



экопункты компании «Исток», осуществляющие прием ряда отходов. Вместе с тем необходимо отметить, что на данных пунктах принимаются не все виды отходов, которые могут быть утилизированы [9].

Также можно рассмотреть вариант реализации на территории Нижегородской области сети фандоматов по приему пластиковых отходов, по образцу сети, которая в настоящее время реализуется в городе Москве компанией *Procter & Gamble* и сетью розничных магазинов «Магнит» в рамках проекта «Подари пластику вторую жизнь» [10].

Вместе с тем поскольку в настоящее время на территории Нижегородской области отсутствует возможность непосредственного приема от населения всех видов образующихся в жилых помещениях отходов, которые могли бы быть обработаны и/или утилизированы, полный отказ от системы раздельного накопления ТКО является преждевременным. Кроме того, сама система раздельного накопления ТКО может являться для населения необходимым этапом для формирования культуры обращения с отходами, при которой население будет сориентировано на необходимость минимизировать количество образующихся у каждого гражданина отходов, передаваемых на размещение на полигонах и, соответственно, на увеличение количества отходов, передаваемых для утилизации.

Также есть неясность в определении законности транспортирования как данных отходов, так и иных видов ТКО, образующихся у физических лиц, так как в соответствии с пунктом 1 статьи 6 Федерального закона № 89-ФЗ, транспортирование отходов должно осуществляться в том числе при наличии паспорта отходов. Таким образом, для транспортирования данного вида отходов, а также передачи его в дальнейшем организациям, занимающимся размещением отходов, региональные операторы обязаны иметь паспорт на данный вид отходов.

В то же время, в соответствии с требованиями статьи 14 Федерального закона № 89-ФЗ, обязанность по паспортизации отходов возложена на индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, в процессе деятельности которых образуются отходы, в то же время отходы из жилищ по своему определению, за редким исключением (владельцы жилья, осуществляющие его сдачу сторонним лицам или сотрудникам), не могут быть образованы индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами.

Обязанность по разработке паспортов на данные виды отходов не может быть возложена ни на региональных операторов, ни на домоуправляющие компании, что подтверждается существующей судебной практикой (апелляционное определение СК по гражданским делам Саратовского областного суда от 04 июня 2013 г. по делу № 33-2883, Решение № 2-2464/2015 2-2464/2015~М-2270/2015 М-2270/2015 от 20 ноября 2015 г. по делу № 2-2464/2015 и определение Верховного Суда РФ от 31.01.2018 № 305-ЭС17-10622 по делу № А41-25079/201).

В целом, как показывает проведенный в статье анализ ряда проблем, возникших при внедрении системы раздельного накопления твердых коммунальных отходов как одного из аспектов проводящейся в РФ реформы обращения с отходами, для успешного внедрения данной системы как на территории Нижегородской области, так и РФ в целом, необходимо как можно быстрее урегулировать целый ряд вопросов как нормативно-правового, так и организационного характера.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации : Федеральный закон № 458-ФЗ [Принят Государственной думой 23 декабря 2014 года : одобрен Советом Федерации 25 декабря 2014 года] : [последняя редакция]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172948/ (дата обращения: 25.03.2021). – Текст : электронный.
2. Российская Федерация. Законы. Об отходах производства и потребления : Федеральный закон № 89-ФЗ [Принят Государственной думой 22 мая 1998 года : одобрен Советом Федерации 10 июня 1998 года] : [последняя редакция]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/(дата обращения: 25.03.2021). – Текст : электронный.
3. Нижегородская область. Правительство. Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, на территории Нижегородской области : [Утверждена постановлением Правительства Нижегородской области от 8 ноября 2016 года № 752]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5200201911250009> (дата обращения: 25.03.2021). – Текст : электронный.
4. Нижегородская область. Правительство. Об утверждении Порядка накопления твердых коммунальных отходов (в том числе их раздельного накопления) на территории Нижегородской области : постановление Правительства Нижегородской области : [Утверждена постановлением Правительства Нижегородской области от 05 июня 2018 года № 407]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/4655834255> (дата обращения: 25.03.2021). – Текст : электронный.
5. Российская Федерация. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов : приказ Росприроднадзора РФ № 242 : [Утвержден приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 года]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 25.03.2021). – Текст : электронный.
6. Российская Федерация. Правительство. Об утверждении перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается : распоряжение Правительства Российской Федерации № 1589-р от 25 июля 2017 года. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/436754215> (дата обращения: 25.03.2021). – Текст : электронный.
7. Российская Федерация. Министерство природных ресурсов и экологии. Об утверждении Порядка учета в области обращения с отходами : приказ Минприроды РФ от 08 декабря 2020 года № 1028. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372204/ (дата обращения: 25.03.2021). – Текст : электронный.
8. Российская Федерация. Министерство природных ресурсов и экологии. Об утверждении порядка подтверждения отнесения отходов I–V классов опасности к конкретному классу опасности» : приказ Минприроды РФ от 08 декабря 2020 года № 1027. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012280022> (дата обращения: 25.03.2021). – Текст : электронный.
9. ЭкоПункты приема вторсырья. – URL: <http://ecopunkt.ru/>(дата обращения: 25.03.2021). – Текст : электронный.
10. Официальный сайт компании «Магнит» : пресс-релиз от 29 сентября 2020 года. – URL: <https://www.magnit.com/ru/media/press-releases/magnit-procter-gamble-i-dima-bilan-zapustili-samuyu-bolshuyu-negosudarstvennuyu-set-fandomatov-po-pr/> (дата обращения: 25.03.2021). – Текст : электронный..



BOYARKIN Denis Viktorovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry

THE PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF WASTE SEPARATE ACCUMULATION SYSTEM ON THE EXAMPLE OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

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

Key words: municipal solid waste, regional waste operator, waste management, waste separate accumulation system.

The article considers issues of implementation of waste separate accumulation system as one of the aspects of the waste management reform currently underway in the Russian Federation. It analyzes the first stages of implementation of the system of separate accumulation of municipal solid wastes and identifies some problems arising in the course of performing this procedure revealed by reviewing practical example of Nizhny Novgorod region.

REFERENCES

1. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. O vnesenii izmeneniy v Federalny zakon “Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniya” [Russian Federation. Laws. On amending the Federal Law “On production and consumption waste”], otdelnye zakonodatelnye akty Rossiyskoy Federatsii i priznaniy utrativshimi silu otdelnykh zakonodatelnykh aktov (polozheniy zakonodatelnykh aktov) Rossiyskoy Federatsii : Federalny zakon № 458-FZ [Prinyat Gosudarstvennoy dumoy 23 dekabrya 2014 goda : odobren Sovetom Federatsii 25 dekabrya 2014 goda] : [poslednyaya redaktsiya]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172948/ (data obrascheniya: 25.03.2021).

2. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniya [Russian Federation. Laws. On production and consumption waste] : Federalny zakon № 89-FZ [Prinyat Gosudarstvennoy dumoy 22 maya 1998 goda : odobren Sovetom Federatsii 10 iyunya 1998 goda]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (data obrascheniya: 25.03.2021).

3. Nizhegorodskaya oblast. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii territorialnoy skhemy obrascheniya s otkhodami, v tom chisle s tvorydymi kommunalnymi otkhodami, na territorii Nizhegorodskoy oblasti [Nizhny Novgorod region. Government. On authorization of territorial plans for waste management, including municipal solid waste, on the territory of Nizhny Novgorod region] : Utverzhdena postanovleniem Pravitelstva Nizhegorodskoy oblasti ot 8 noyabrya 2016 goda № 752. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5200201911250009> (data obrascheniya: 25.03.2021).

4. Nizhegorodskaya oblast. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii Poryadka nakopleniya tvorydykh kommunalnykh otkhodov (v tom chisle ikh razdelnogo nakopleniya) na territorii Nizhegorodskoy oblasti [Nizhny Novgorod region. Government. On authorization of the Procedure of accumulation of solid municipal waste (including their separate accumulation) on the territory of the Nizhny Novgorod region] : postanovlenie Pravitelstva Nizhegorodskoy oblasti : Utverzhdena postanovleniem Pravitelstva Nizhegorodskoy oblasti ot 05 iyunya 2018 goda № 407 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/4655834255> (data obrascheniya: 25.03.2021).

5. Rossiyskaya Federatsiya. Federalnaya sluzhba po nadzoru v sfere prirodopolzovaniya. Ob utverzhdenii Federalnogo klassifikatsionnogo kataloga otkhodov [Russian Federation. Federal Service for Supervision of Natural Resources Management. On the authorization of Federal wastes classification catalogue] : prikaz Rosprirodnadzora RF № 242 : Utverzhdyon prikazom



Federalnoy sluzhby po nadzoru v sfere prirodopolzovaniya ot 22 maya 2017 goda. URL: <https://docs.cntd.ru/document/542600531> (data obrascheniya: 25.03.2021).

6. Rossiyskaya Federatsiya. Pravitelstvo. Ob utverzhenii perechnya vidov otkhodov proizvodstva i potrebleniya, v sostav kotorykh vkhodyat poleznye komponenty, zakhronenie kotorykh zapreschayetsya [Russian Federation. Government. On the authorization of the list of types of industrial and municipal wastes which composition includes useful components and which burial is forbidden] : rasporyazhenie Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii № 1589-p ot 25 iyulya 2017 goda. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/436754215> (data obrascheniya: 25.03.2021).

7. Rossiyskaya Federatsiya. Ministerstvo prirodnykh resursov i ekologii. Ob utverzhenii Poryadka uchyyta v oblasti obrascheniya s otkhodami [Russian Federation. Ministry of Natural Resources and Ecology. On the authorization of the Registration procedure in the field of waste management] : prikaz Minprirody RF ot 08 dekabrya 2020 goda № 1028. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372204/ (data obrascheniya: 25.03.2021).

8. Rossiyskaya Federatsiya. Ministerstvo prirodnykh resursov i ekologii. Ob utverzhenii Poryadka podtverzheniya otneseniya otkhodov I–V klassov opasnosti k konkretnomu klassu opasnosti [Russian Federation. Ministry of Natural Resources and Ecology. On the authorization of the procedure for confirming the classification of waste of hazard classes I–V to a specific hazard class] : prikaz Minprirody RF ot 08 dekabrya 2020 goda № 1027. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012280022> (data obrascheniya: 25.03.2021).

9. EcoPunkty priyoma vtorsyrya [Ecological points of reception of recyclable materials]. – URL: <http://ecopunkttn.ru/>(data obrascheniya: 25.03.2021).

10. Ofitsialny sayt kompanii “Magnit” [The “Magnit” company official web-site] : press reliz ot 29 sent. 2020 goda // URL: <https://www.magnit.com/ru/media/press-releases/magnit-procter-gamble-i-dima-bilan-zapustili-samuyu-bolshuyu-negosudarstvennyu-set-fandomatov-po-pt/> (data obrascheniya: 25.03.2021).

© **Д. В. Бояркин, 2021**

Получено: 27.03.2021 г.

УДК 72.01

А. А. ЯКОВЛЕВ, д-р архитектуры, проф. кафедры архитектурного проектирования; **А. В. ЗАХАРЧУК**, соискатель уч. степ. канд. архитектуры кафедры архитектурного проектирования

**МОДЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ИДЕИ «ПРИРОДНОСТИ»
В АРХИТЕКТУРНЫХ КОНЦЕПЦИЯХ**

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

эл. почта: oootma@inbox.ru; angelazaharchuk@gmail.com/zakharchuk@inbox.ru

Ключевые слова: архитектурные концепции, природный аналог, структура модели, способы реализации.

Предложена графоаналитическая структура и описание модели архитектурной концепции, основанной на реализации идеи заимствования природного аналога, выявлены основные составляющие компоненты архитектурной концепции и определены основные условия взаимовлияния структурных компонентов модели (динамики модели) на разных этапах развития, с учетом влияния внешних и внутренних факторов. Даны определения понятиям: идея, форма, функция и процесс в архитектурной концепции, предложена графическая схема степени приоритета в соответствии признаками (компонентами модели).

Введение

При изучении архитектурных концепций, графического анализа и изучения творчества архитекторов в целом, включая проекты, концепции, манифесты – для получения полной информации и возможности рассуждать о творческом мышлении автора в целом, с целью объективной характеристики и классификации изученного материала были выявлены способы реализации идеи заимствования природного аналога, которые по-разному проявляли себя на каждом новом этапе развития архитектурного творчества.

Метод формализации, основанный на выявлении и фиксации формальной структуры концептуального каркаса, взаимовлияние содержательных элементов (компонентов) которого отражают условия реализации авторской идеи (идеи «природности» в том числе) на стадии концептуального проектирования необходимо с целью правильной постановки проектных задач и оценки жизнеспособности концепции в целом. Таким образом, творчество архитектора можно рассматривать посредством единой модели, условия которой на разных этапах будут меняться.

Описание модели

Модель представляет единую структуру – собственно архитектурную концепцию, базирующуюся на четырех основных принципах (*идея, форма, функция и процесс*), они представляют собой ядро композиции модели и расположены в виде равнозначных объемов (см. рис. 1а цв. вклейки).

С учетом влияния внешних факторов изменяются и степени проявленности (приоритета) того или иного признака (компонента модели), что оказывает влияние на развитие архитектурной концепции в целом (варианты показаны на отдельной



цветовой схеме с пояснениями (С1, С2, С3) (см. рис. 1б цв. вклейки).

Взаимодействие структурных элементов в модели представляют собой пути реализации идеи заимствования природного аналога. Согласно графическому анализу, взаимосвязи и взаимовлияние структурных элементов модели меняются по схеме, указанной стрелками (см. рис. 3 цв. вклейки).

Модель **архитектурная концепция** представляет собой комплекс, включающий все рассматриваемое творчество архитектора: *идейное представление, цели и задачи использования идеи природного аналога, способы реализации идеи природности, характерные признаки.*

Понятие **идеи** включает в себя весь мыслительный процесс, интерпретирующий архитектурный замысел. Идея является движущим элементом в развитии концепций, основанных на идее заимствования природного аналога, которая прошла в процессе эволюции три основные стадии развития: идея «природности» как источник вдохновения (стадия имитации); идея «природности как прототип (стадия заимствования); идея «природности» (стадия реализации (реорганизации и реинжиниринга процессов и проектных задач) как фундаментальное переосмысление использования свойств природы с целью достижения существенных улучшений показателей результативности проектной задачи.

То есть, *во-первых*, создания «неинвазивной архитектуры» (с минимальным воздействием на окружающую среду, посредством активного внедрения современных технологий (строительных, инженерных, цифровых); *во-вторых*, заботы о человеке, его здоровье и ресурсах – организация внутреннего и внешнего пространства с помощью интеграции природных компонентов.

Понятие **формы** – заимствование образа, облика, структуры, конструкции; воспроизведение и интерпретации (эстетические, архитектурно-художественные, конструктивные, пространственные) природного аналога (животного или растительного мира), с учетом особенности местности проектирования (природы, культуры, истории).

Понятие **функции** – в процессе реализации концепций имеет амбивалентное значение, функция понимается в двух разных понятиях.

Первое значение (*Ф1*) – функция, в значении природного элемента (природного окружения, характерных свойств (признаков), структуры). В роли функции выступает окружение (застройка, ландшафт, рельеф): *М2, условие 2* (см. рис. 3б цв. вклейки).

Второе значение (*Ф2*) – функциональное назначение: *М3, условие 3, М5, условие 5, М7, условие 7* как стратегическая задача (экологического, экономического, социокультурного назначения) – наделяет в соответствие с этим характерными значениями архитектурный объект (идею и концепцию в целом) (см. рис. 3 в, д, ж цв. вклейки).

Процесс – это реализация природного процесса в архитектурной концепции, в прямом (естественный) или косвенном значении (синтетический, искусственно созданный); заимствование природных механизмов, явлений и законов.

Поле, именуемое внешними факторами, оказывает влияние на формирование концептуального каркаса¹ и способствует развитию архитектурной мысли (идеи), которая находит свое отражение в комбинациях (условиях) взаимодействия структурных компонентов модели (способов реализации идеи на разных уровнях).

¹Концептуальный каркас – структура понятий, посредством которой интегрируются и систематизируются конкретные знания, полученные в результате научного поиска, анализа множества теорий (концепций).



Внешние факторы влияния включают в себя аспекты влияния (отдельно или в совокупности), формирующие особые условия для развития авторской мысли и возможностей (способов) для ее воплощения, выражаясь в том или ином условии модели на разных уровнях развития.

К внешним факторам влияния на структуру и динамику модели относятся: общенаучные и технологические (мировые тренды (МТ), новые достижения в науке и научной деятельности (НД)); развитие и внедрение технологий: строительных (СТ), производственных, инновационных, информационных, компьютерных (КТ) и цифровых технологий (ЦТ) в совокупности с глобальными условиями и мировыми трендами (политическими, экономическими (ПЭФ), экологическими (ЭФ), социокультурными (СКФ), природно-климатическими (ПКФ) и другими аспектами).

Для комбинации способов реализации в модели следует логически провести следующие итерации: *исторический период 1* (условия 1–4), заложены основы и первые способы реализации «идеи природности» формирование основных признаков (накопление знаний); *исторический период 2* (условия 5–7) – производные условия 1–4, получившие расцвет в виду накопления существующего опыта ранее, с учетом позитивных условий воздействия внешних факторов. Определение исторических периодов развития концепций позволит сформировать целостность структуры и структурных элементов в эволюционном формате (см. рис. 2 цв. вклейки). Каждое условие представлено в виде графоаналитических моделей, систему взаимодействия составных признаков можно описать следующим образом (см. рис. 3 цв. вклейки).

Уровни развития концепций (динамика модели)

М1. Условие 1. Реализация «идеи природности» в архитектурных концепциях посредством формы представлена на модели. В таких концепциях преимущественное развитие по внешнему характерному признаку (форме), при этом развитие остальных признаков нейтральное (частично проявлены); форма может оказывать влияние на функцию (структуру, окружение) или процесс (при необходимости) (см. рис. 3а цв. вклейки).

М2. Условие 2. Рассматривается путем производных первого условия. В этом условии присутствует подчинение функции (Ф1) идее. Выражение идеи посредством функции обусловлено использованием природного окружения и характерных свойств локации, что оказывает влияние на содержание концепции в целом: либо диктует форму, либо зависит от нее.

Подчинение можно рассматривать по схеме в следующей последовательности: идея – функция – форма – процесс (см. рис. 3б цв. вклейки).

М3. Условие 3. Все признаки равнозначно распределяются в подчинении идее в понятии (идеологии или философии автора). Подчинение происходит от идеи к основным признакам: функции, процессу и форме. Функция (Ф2) в этом условии играет роль функционального значения (архитектурный замысел) (см. рис. 3в цв. вклейки).

М4. Условие 4. На модели представлена схема по реализации «идеи природности» в архитектурных концепциях посредством функции (в значении конструкции), формы (в значении структуры) и процесса (см. рис. 3г цв. вклейки). При этом выражение в функции и процессе проявлено в полной мере, форма (проявление в разной степени). Последующие условия модели рассматриваются путем производных условий 1–4 (М1-У1, М2-У2, М3-У3, М4-У4).

М5. Условие 5. Все идеи в таких концепциях могут быть реализованы в

**К СТАТЬЕ А. А. ЯКОВЛЕВА, А. В. ЗАХАРЧУК
«МОДЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ИДЕИ «ПРИРОДНОСТИ»
В АРХИТЕКТУРНЫХ КОНЦЕПЦИЯХ»**

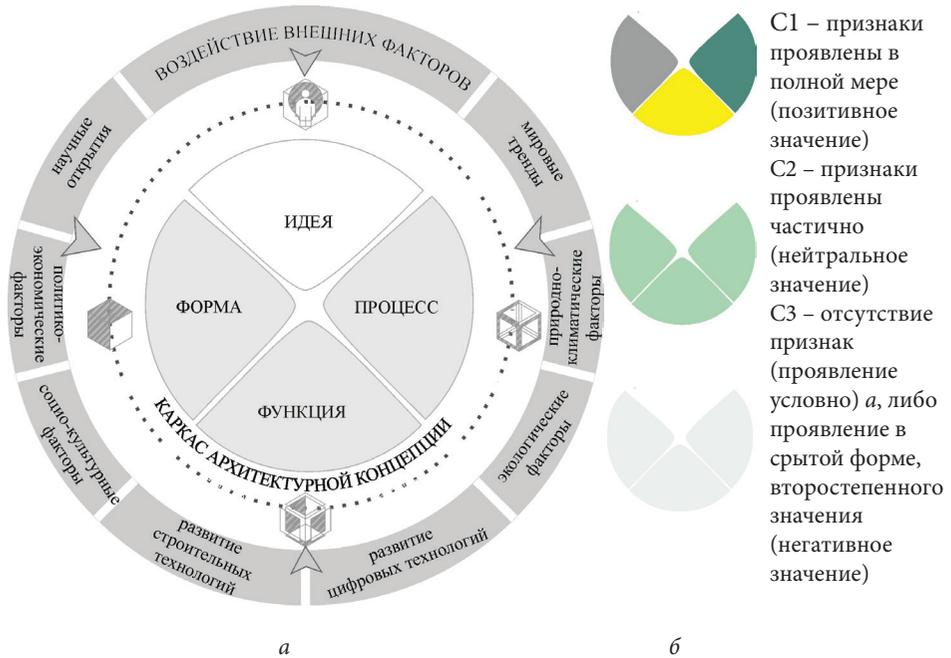


Рис. 1. Модель: *a* – общая структура; *б* – цветовая схема (приоритета)

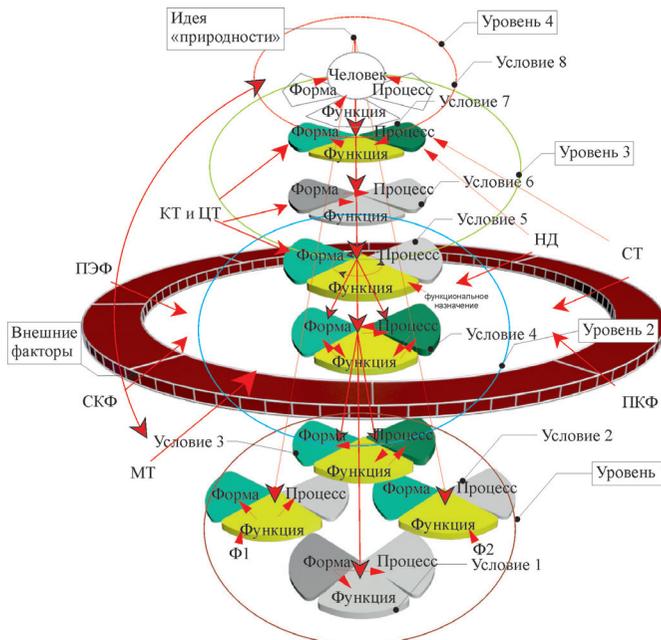


Рис. 2. Модель в эволюционном формате (таксономия)

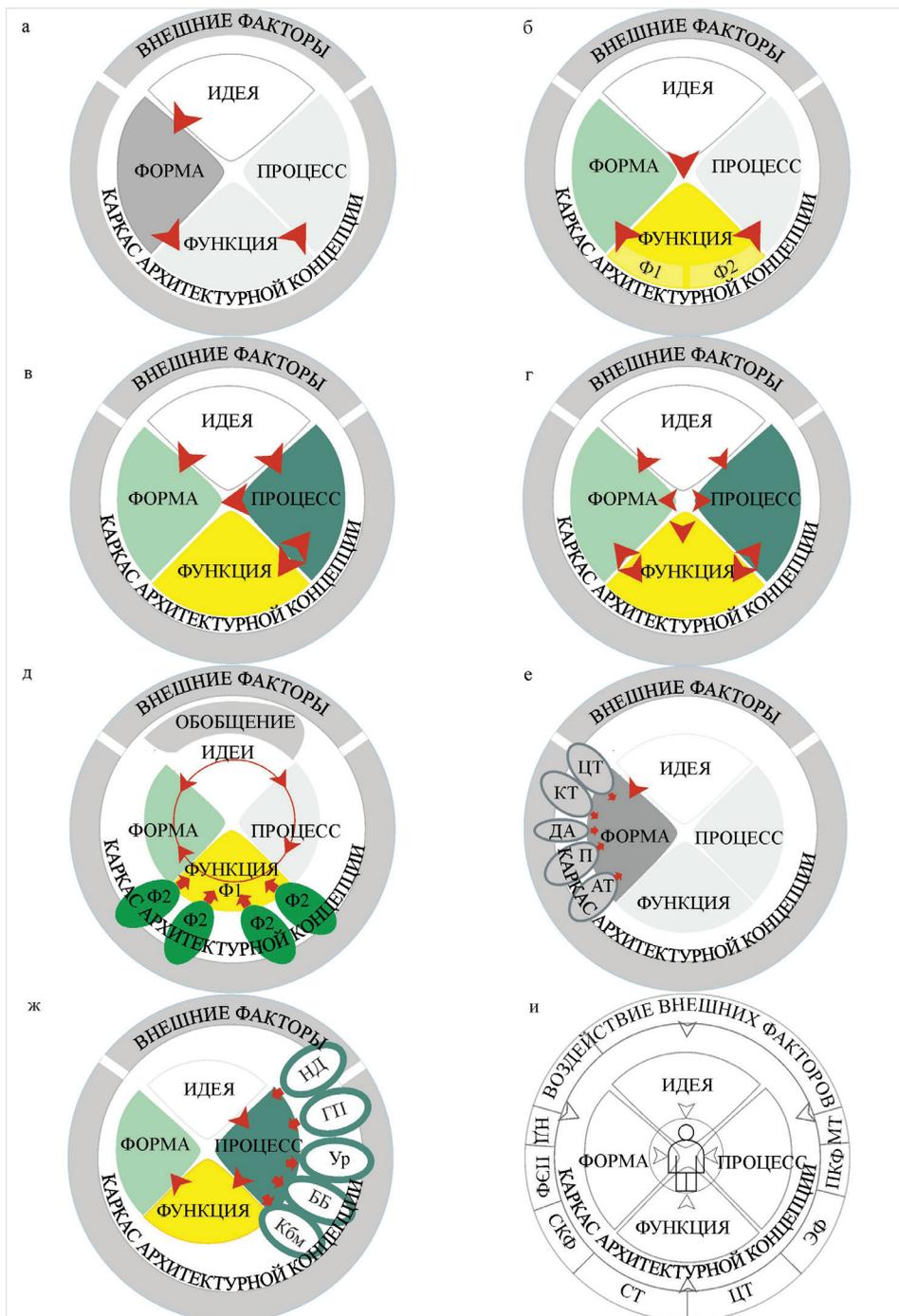


Рис. 3. Динамика модели: основные условия: а – М1-У1; б – М2-У2; в – М3-У3; г – М4-У4; д – М5-У5; е – М6-У6; ж – М7-У7; и – М8-У8



комплексе: форме, функции и процессе в разной степени проявления. Решающим фактором является значение концепции, ее роль, цели и задачи, которые она призвана решать (социальные, экологические, гуманистические, эстетические) – это и формирует схему взаимовлияния внутри концепции. (см. рис. 3д цв. вклейки).

М6. Условие 6. В модели реализация идеи происходит посредством воплощения в форме в полной мере, основанной на цифровом моделировании, форма уже находит сочетание с функцией или процессом.

Воздействие факторов развития в таких концепциях на формообразование обусловлено расцветом цифровых (ЦТ) и компьютерных технологий (КТ). В результате сформировалось несколько новых направлений в архитектуре, которые продолжают свое развитие в будущем (архитектурная топология (АТ), “digital” (ДА), параметрическая (П) (см. рис. 3е цв. вклейки).

Однако следует отметить, что чрезмерное приоритетное значение формы утрачивает дальнейшее развитие концепции (путей реализации), поэтому важно соблюдать гармоничное развитие всех компонентов концепции и правильно оценивать возможности ее реализации при постановке проектной задачи в целях качественного развития проектного процесса.

М7. Условие 7. Реализация идеи основана на воссоздании в проекте природного (био-)процесса, процесс, в свою очередь, наполняет проект функцией, форма в том случае может иметь среднее проявление. На этом этапе идеи формируются в условиях развития определенных внешних факторов влияния (общемировых, трендовых), среди которых сохранение природы и жизни на земле, безопасность (см. рис. 3ж цв. вклейки).

На основе такого графоаналитического подхода можно выделить: во-первых, основную структуру модели (см. рис. 1а, б цв. вклейки); во-вторых, динамику модели на трех разных уровнях (способы взаимодействия характерных признаков (их поведение в структуре модели): *накопление, обобщение, развитие новых направлений (многофункциональный подход в проектировании)* (см. рис. 3а-ж цв. вклейки).

Таким образом, наложение моделей: структурной модели концепции и динамической модели (разных условий) представляет собой эволюционную модель концептуального каркаса в виде модели наложения всех уровней (У1-У7), сформированных на разных этапах развития.

В структуре эволюционной модели выделено четыре основных дифференцированных уровня развития: *1–3 уровни* – ранее сложившиеся, *4 уровень* (М8-У8) – новый этап. То есть: *первый уровень* – накопление знаний; *второй уровень* – обобщение знаний; *третий уровень* – развитие новых направлений; *четвертый уровень* – репрезентативный (см. рис. 3и цв. вклейки).

Примечание: можно предположить: уровень 4, условие 8 = уровень 1, условие 3, так как именно на этом этапе появляются концепции, в которых интерес к системе *человек-природа-архитектура*, когда здоровье и безопасность человека ставится на передний план (связано с условиями мировой пандемии).

Итак, явление заимствования природного аналога в архитектурных концепциях можно назвать цикличным, последовательным, находящемся в стремительном развитии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gehl, J. The Latest Architecture and News / J. Gehl. – URL: <https://www.archdaily.com/tag/jan-gehl/> (дата обращения: 28.11.2020).



2. Захарчук, А. В. Реализация идеи «природности» в архитектурных концепциях конца XIX – начала XXI века / А. В. Захарчук. – Текст : электронный // Архитектон: известия вузов. – Екатеринбург, 2017. – № 3 (59). – URL: http://archvuz.ru/2017_3/3/ (дата публикации : сентябрь 2017 года).
3. Zakharchuk, A. V. Bionics in architecture / A. V. Zakharchuk // Challenges of Modern Technology. – Warsaw, 2012. – Volume 3, № 2. – P. 50–53.
4. Bomimicry toolbox. – URL: <https://toolbox.biomimicry.org/core-concepts/> (дата обращения : 06.04.2021).
5. Бородин, А. Моделирование систем. Лекция 1. Основные понятия и принципы. Классификация моделей / А. Бородин. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=3DiJlh0c5f4&feature=youtu.be> (дата обращения : 06.04.2021).

YAKOVLEV Andrey Aleksandrovich, doctor of architecture, professor of the chair of architectural design; ZAKHARCHUK Anzhela Vladimirovna, applicant of the science degree of candidate of architecture of the chair of architectural design

THE MODEL FOR IMPLEMENTATION OF THE IDEA OF “NATURALNESS” IN ARCHITECTURAL CONCEPTS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Ilyinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel: +7 (831) 430-17-33;
e-mail: oootma@inbox.ru; angelazaharchuk@gmail.com
Key words: architectural concepts, natural analogue, model structure, implementation methods.

The article proposes a graphic-analytical structure and a description of an architectural concept model based on the implementation of the idea of borrowing a natural analogue, identifies main components of the architectural concept and determines the main conditions for the mutual influence of the model structural components (model dynamics) at different stages of development, taking into account the influence of external and internal factors. Definitions of the idea, form, function and process in the architectural concept are given; as well, a graphical diagram of the degree of priority in accordance with the features (model components) is suggested.

REFERENCES

1. Jan Gehl: The Latest Architecture and News. – URL: <https://www.archdaily.com/tag/jan-gehl/>(data obrascheniya: 28.11.2020).
2. Zakharchuk A. V. Realizatsiya idei «prirodnosti» v arkhitekturnykh kontseptsiyakh kontsa XIX – nachala XXI veka [The idea of «naturalness» in the architectural concepts of the late 19th – early 21st century] // Arkhitekton: izvestiya VUZov [Architecton: Proceedings of Higher Education]. Ekaterinburg, 2017. – № 3 (59). – URL: http://archvuz.ru/2017_3/3/ (data publikatsii : sentyabr 2017 goda).
3. Zakharchuk A. V. Bionics in architecture // Challenges of Modern Technology.–Warsaw. – 2012. – Vol. 3, (№ 2). – P. 50–53.
4. Bomimicry toolbox. URL: <https://toolbox.biomimicry.org/core-concepts/> (data obrascheniya : 06.04.2021).
5. Borodin A. Modelirovanie sistem. Lektsiya 1. Osnovnye ponyatiya i printsipy. Klassifikatsiya modeley [System modeling. Lecture 1. Basic concepts and principles. Model classification] // URL: <https://www.youtube.com/watch?v=3DiJlh0c5f4&feature=youtu.be> (data obrascheniya : 06.04.2021).

© А. А. Яковлев, А. В. Захарчук, 2021
Получено: 05.12.2020 г.



УДК 72.04.03 (470.341-25)

Е. Ю. АГЕЕВА, д-р филос. наук, проф. кафедры архитектуры; А. А. ОСКИРКО, асс. кафедры технологии строительства

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗЦОВЫХ ФАСАДОВ XIX ВЕКА
НА ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ОБЛИКА
УЛ. ГРУЗИНСКОЙ Г. Н. НОВГОРОДА**

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: жилая городская застройка XIX века, «образцовые» фасады, улица Грузинская в Нижнем Новгороде.

На примере жилых домов по улице Грузинской, расположенной в Нижнем Новгороде, анализируется влияние системы «образцовых» проектов на формирование архитектурного облика исторической улицы, анализируются особенности применения «образцовых» фасадов, влияние их на создание гармоничного облика улицы. Оценивается потенциал сохранения и восстановления жилой застройки, и потенциал применения наследия «образцовых фасадов» в современной коттеджной застройке.

Влияние образцовых проектов XIX в. на застройку всех провинциальных российских городов еще не до конца изучено. И анализируя сохранившуюся застройку, часто можно увидеть в основе применение «образцовых» проектов XIX века. Использование таких проектов скрывало недостаток квалифицированных проектировщиков за пределами столичных городов, способствовало проектированию и строительству домов в соответствии с общепринятыми нормами, а не по индивидуальным проектам, зачастую «народным», а также позволило государству контролировать архитектурную выразительность общественного пространства провинциальных городов и организовывать разумно процессы жизнедеятельности людей в них.

Изначально применение «образцовых» фасадов носило рекомендательный характер, но позднее в 1811 году, с целью предотвращения появления домов, не отвечающих общеевропейским художественным нормам, был разработан и принят закон об обязательном использовании типовых проектов при застройке городов [1, 2].

Свою уникальность и неповторимость такой город как Нижний Новгород приобрел благодаря сочетанию исторической и современной архитектуры. Улицы, сочетающие в себе многофункциональные объекты, принадлежащие различным временным и стилевым эпохам, обладают неповторимой культурно-исторической ценностью. Нижний Новгород благодаря сохранению, консервации и реконструкции архитектурного наследия XIX века является одним из тех городов, который достаточно гармонично сочетает в себе «историческую» и «современную» части. Поэтому так важно изучение архитектурного градостроительного наследия в исторических городах.

В связи с этим интересно проанализировать влияние «образцовых» фасадов XIX века на жилую застройку улицы Грузинской в Нижнем Новгороде. Основой исследования послужили архивные данные, натурный осмотр и фотофиксация сохранившихся фасадов зданий.

Улица Грузинская, носящая имя князей Грузинских, растянулась от



Почаинского оврага до улицы Ошарской. Пересекая Большую Покровскую и Алексеевскую улицы, изначально она делилась на два переулка: Грузинский (от Почаинского оврага до Большой Покровской) и Болотов (от Большой Покровской до Алексеевской), согласно первому регулярному генеральному плану Нижнего Новгорода, разработанному при Екатерине II в 1770 году.

Процесс формирования зодчества XIX века происходил сложно. На смену архитектурному стилю барокко приходит классицизм, в основе которого прочно закреплено стремление строить «по образу и подобию». Здесь и находит свое применение «типовое» строительство по высочайше утвержденным образцам [3]. Градостроительству эпохи русского классицизма была свойственна все большая жесткость и нормативность, правильность форм и симметричность фасадов, наложившая видимый отпечаток на характер жилой застройки и в Нижнем Новгороде.

Все возможные варианты решений домов, предложенные в соответствии с Собранием образцовых фасадов [4, 5], следует разделить на пять основных типов: каменные и деревянные в один этаж на каменных «погребках»; деревянные на каменных фундаментах; деревянные без каменных фундаментах; каменные «на погребках» в один этаж с мезонином и каменные двухэтажные. Некоторые из них можно было встретить в том или ином сохранившемся виде на исторических улицах Нижнего Новгорода.

На Грузинской улице для исследования взяты дома, построенные в 60–80-е годы XIX столетия. Улица Грузинская в то время активно застраивалась по проектам таких архитекторов как Кострюков И. К., Кизеветтер Г, Фостиков Л. В. и др.

Например, дом № 35, построенный в 1864 году по проекту Кострюкова Ивана Кузьмича, принадлежал жене губернского секретаря Александре Алексеевне Штерновой (см. цв. вклейку, рис. 1, рис. 2). Этот дом хорошо сохранил соответствие «образцовым» фасадам серии альбомов 1843–1852 годов. Доходный дом представлял собой деревянную постройку на каменном полуэтаже с мезонином [6]. В целом главный уличный фасад симметричен. Асимметрию вносит входная дверь, которая расположена слева, а не по оси симметрии. Нечетное количество окон – пять окон по фасаду, рустовка, горизонтальные пояски. Хотя нет четкого акцента на фасаде, свойственная классицизму центрально-осевая схема здесь очевидна. На фотографии мы видим современное состояние дома. В начале 1999 года дом получил статус культурного наследия.

Буквально через год, в 1865 году, на этом участке строится еще один деревянный дом, но уже одноэтажный на каменном полуэтаже [7]. Главный фасад на три окна симметричен и является полным подобием «образцового» проекта, не отличается излишними украшениями. Все формы геометрически правильные, прямоугольные, в строгом соответствии стилю классицизма.

К одному типу – деревянные двухэтажные дома на каменных фундаментах – относятся здания, построенные в 1869, 1869, 1885 годах, соответственно [8, 9, 10]. Архитекторы первых двух домов неизвестны (см. цв. вклейку, рис. 3, рис. 4), дом 1885 года постройки запроектирован архитектором Кострюковым И. К. Дома выполнены в полном соответствии с «образцовыми» проектами, главные фасады сохраняют характер сдержанности и простоты, свойственный стилю классицизма (см. цв. вклейку, рис. 5).

«В основе варьирования типовых проектов по протяженности домов лежал модуль, равный 1 сажени, то есть ширина окна (1,5 аршина) и простенки (1,5 аршина)» [3]. Количество окон на фасадах, как правило, было нечетным (1, 3, 5, 7 окон), поэтому в центре фасада был не простенок, а оконный проем. Но в отдельных

**К СТАТЬЕ Е. Ю. АГЕЕВОЙ, А. А. ОСКИРКО
«ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗЦОВЫХ ФАСАДОВ XIX ВЕКА НА
ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ОБЛИКА УЛ. ГРУЗИНСКОЙ
Г. Н. НОВГОРОДА»**



Рис. 1. Эскиз главного фасада дома № 35 по улице Грузинской [6]



Рис. 2. Фото главного фасада дома № 35 по улице Грузинской (ноябрь 2020 г.)



Рис. 3. Эскиз главного фасада дома по улице Грузинской [8]

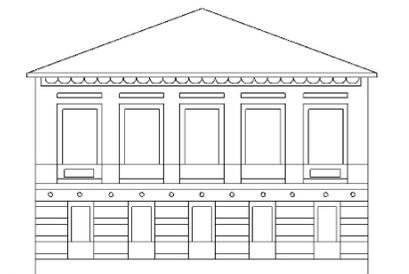


Рис. 4. Эскиз главного фасада дома по улице Грузинской [9]



Рис. 5. Эскиз главного фасада дома по улице Грузинской [10]



Рис. 6. Эскиз главного фасада дома № 33 по улице Грузинской [11]



Рис. 7. Фото главного фасада дома № 33 по улице Грузинской (ноябрь 2020 г.)



Рис. 8. Эскиз главного фасада дома № 31 по улице Грузинской [12]

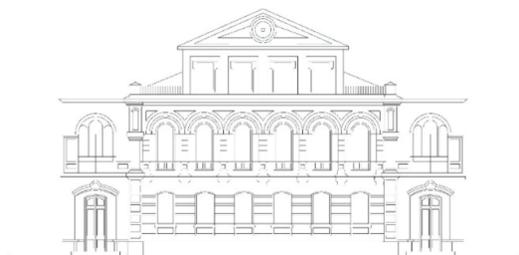


Рис. 9. Эскиз главного фасада дома № 41 по улице Грузинской [13]



Рис. 10. Фото главного фасада дома № 41 по улице Грузинской (ноябрь 2020 г.)

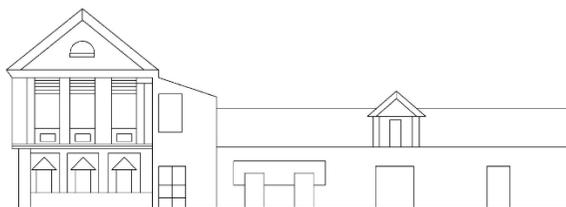


Рис. 11. Эскиз главного фасада строения за домом № 416 по улице Грузинской [14]

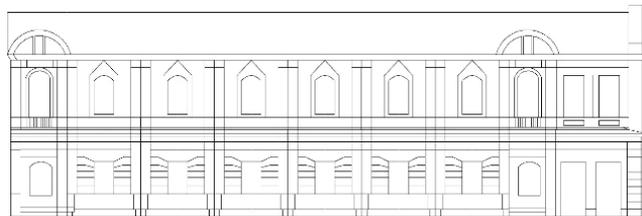


Рис. 12. Эскиз главного фасада дома № 44 по улице Грузинской [15]

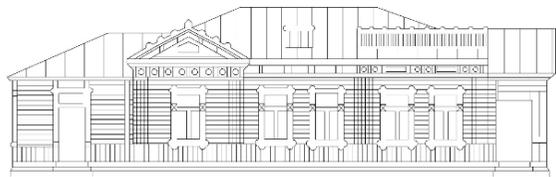


Рис. 13. Эскиз главного фасада дома ориентировочно № 42-44 по улице Грузинской [16]

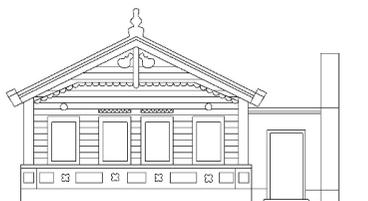


Рис. 14. Эскиз главного фасада дома по улице Грузинской [17]



случаях видны признаки зарождающейся эклектики, это, в первую очередь, отказ от нечетного количества окон.

Пропорциональность, размеры зданий в длину и высоту, использование архитектурных ордерных элементов-деталей играло ключевую роль в создании стилового единства по замыслу и масштабности ансамблей зданий.

К сожалению, на настоящий момент эти жилые здания утрачены. По данным, сохранившимся в архивных документах, можем выделить основные особенности, присущие архитектуре того времени. Здания выдержаны в строгом стиле классицизма, подчеркнуты правильные формы фасадов зданий, симметричность, применение трех- и пятирядной системы окон, оформление карнизов и пропорциональность форм. Все это влияние ордерной архитектуры, упорядоченной и гармоничной.

Дом В. И. Игнатъевой (№ 33 по ул. Грузинской) был построен по проекту архитектора Кизеветтера Г. в 1864 году [11]. Здание выполнено двухэтажным деревянным на каменном фундаменте с мезонином. За основу принят «образцовый» проект двухэтажного дома с пятью окнами (см. цв. вклейку, рис. 6, рис. 7). Архитектором подчеркнута строгость форм, симметричность композиции здания. Фасад первого этажа отделяется карнизом и выделен продольными линиями вдоль всего этажа. Органичное применение отделки оконных проемов скругленной формы на первом этаже подчеркивает стиловое единство. На втором этаже окна имеются треугольные фронтоны. Композиция образцовых фасадов налицо, но рука мастера внесла небольшие изменения.

Впоследствии здание было расширено на два окна в каждом этаже по обе стороны от исходного. Таким образом, не были нарушены пропорции здания, сохранились основные особенности, соответствующие стилю и времени постройки. Здание по сей день находится на улице Грузинской, хранит в себе и передает традиции типовой жилой застройки периода русского классицизма.

К дому № 33 вплотную примыкал дом № 31, построенный в 1909 году [12]. Здание деревянное двухэтажное было утрачено и снесено в 2009 году. По архивным данным удалось восстановить эскиз главного фасада дома. Здание разбито на 3 части колоннами на всю высоту этажей (см. цв. вклейку, рис. 8). Центральная часть представлена трехосной системой окон, оформленных в едином стиле. По бокам от нее располагались еще по два окна, подчеркивая симметричность фасада и его членение. Завершали композицию фасада колонны, выполненные по обеим сторонам здания. Здесь мы видим интерпретацию образцового фасада, использование ордерных элементов в качестве декора.

Не менее интересными изменениями богат дом № 41, принадлежавший Домову А. В. [13]. Изначально построенный в 1877 году по проекту Фостикова Л. В. он представлял собой двухэтажный каменный дом на каменном фундаменте. Полная симметрия здания подчеркнута не только входными группами по обе стороны главного фасада, но и привычное нечетное количество окон заменено на шесть, что было нехарактерной чертой «типовых» проектов (см. цв. вклейку, рис. 9). Использование таких элементов как колонны говорит об ордерной системе композиции. Выразительность фасада подчеркнута скруглениями по контуру окон и входных дверей. От образцовых фасадов тут сохранилась центричная композиция, нечетное количество окон, рустовка первого этажа, арочное завершение вытянутых по высоте окон второго этажа, архитектурное решение мезонина и общий пропорциональный строй фасада в целом.

В современном состоянии дом № 41 выглядит отдаленно напоминающим



постройку XIX века (см. цв. вклейку, рис. 10). Кровля изменена, входные зоны с обеих сторон реконструированы. Четное количество окон на фасаде, формы профилировки оконных наличников и подоконного пространства, измельченная плоскостная орнаментация пристроев больше свойственны архитектурному языку эклектики. Но несмотря на все это, очертания исторического здания узнаваемы, даже специально выделены на главном фасаде. А сохраненный ритм декоративного убранства передает традиции образцовых фасадов.

Отдельным типом жилой городской застройки XIX века были деревянные дома. Не все могли себе позволить каменный дом. Наряду с особенной привлекательностью, выразительностью таких зданий, стояла проблема с пожарами, которые вмиг могли уничтожить целые улицы и города. Но несмотря на это, деревянные дома строились по «образцовым» проектам вплоть до начала XX века.

Многие деревянные постройки по улице Грузинской разрушены, но благодаря сохранившимся архивным документам, есть возможность изучить особенности деревянного зодчества.

Среди существующих деревянных зданий можно выделить постройку за домом № 416 [14] и дом № 44 [15] по улице Грузинской. Оба здания построены по проекту архитектора Кострюкова И. К. в 1873 и 1877 годах соответственно (см. цв. вклейку, рис. 11, рис. 12).

Данные строения отображают сдержанность, простоту форм и композиции в главных фасадах. Соблюдаются пропорциональность, геометрия, влияние образцовых фасадов очевидно.

Симметричность дома № 44 нарушается наличием входной группы с правой стороны главного фасада и надстройкой над ней. Разделением первого и второго этажей зданий служит карниз. Ордерность композиции подчеркивается разделением колоннами каждого окна от соседнего на всю высоту здания.

Несохранившиеся, но привлекающие внимание фасады зданий деревянных одноэтажных домов, удалось восстановить по эскизам архивных документов. Отличительными особенностями домов, представленных на рис. 13 [16], рис. 14 [17] (см. цв. вклейку), являются использованные декоративные элементы: дощатая обшивка фасада, резные оконные наличники и оформленные фронтоны. Такие дома старались не прятать в глубине, а располагали по фронту улиц. Несмотря на активное строительство каменных домов, в конце XIX – начале XX вв. деревянная застройка оставалась массовой и приобретала декоративный порядок. Понятно, что влияние зарождающейся эклектики уже видно на фасадах деревянных зданий.

По результатам проведенного анализа существующих домов по улице Грузинской и эскизов, сохранившихся в архиве, составлена таблица с основными данными по месторасположению, типу здания, его архитектора, владельца и состоянию на настоящий момент и степени влияния образцовых проектов на внешний вид здания (см. таблицу).



Сравнительный анализ исследуемых зданий по улице Грузинской

Шифр дома	Место расположения, адрес	Архитектор	Год постройки	Тип здания	Состояние	Владелец
1734	ул. Грузинская, д. 31	неизвестен	1909 г.	Деревянный 2-этажный	сносено в 2019 г.	Тихонова А. А.
1697	ул. Грузинская, д. 33	Кизеветтер Г.	1864 г.	Деревянный на каменном фундаменте с мезонином	сущ.	Игнатьева В. И.
1674	ул. Грузинская, д. 35	Кострюков И. К.	1864 г.	Деревянный на каменном полуэтаже с мезонином	сущ.	Штернова А. А.
1670	ул. Грузинская, д. 37	Кострюков И. К.	1865 г.	Деревянный на каменном полуэтаже флигеля	не сущ.	Штернова А. А.
1688	ул. Грузинская, д. 41	Фостиков Л. В.	1877 г.	Каменный 2-этажный дом	сущ.	Домов А. В.
1727	ул. Грузинская, д. 44	Кострюков И. К.	1877 г.	Деревянный на каменном этаже флигеля	сущ.	Смолин Я. П.
1673	Расположен за д. 416 по ул. Грузинской	Кострюков И. К.	1873 г.	Деревянный 2-этажный флигель	сущ.	Шебуев А. Н.
1676	ул. Грузинская, д. 42-44	неизвестен	1902 г.	Деревянный одноэтажный с флигелем	не сущ.	Алемасов В. В.
1729	-	неизвестен	1869 г.	Деревянный на каменном фундаменте	не сущ.	Самсонова А.
1692	-	неизвестен	1869 г.	Деревянный на каменном этаже	не сущ.	Заморин Д. В.
1700	-	Кострюков И. К.	1875 г.	Деревянный одноэтажный	не сущ.	Крылова А. Н.
1719	-	Кострюков И. К.	1885 г.	Деревянный 2-этажный на каменном фундаменте	не сущ.	Мыльникова А. Е.

До наших дней по улице Грузинской сохранилось немного старинных домов, но часть из них заброшены, а те, что действуют, претерпели изменения, реставрации. К сожалению, не все постройки смогли донести до нас свою уникальную архитектуру и убранство. Но во многих зданиях сохранилось то благородство архитектурного убранства, пропорциональность классицизма, что



несли образцовые фасады. И именно такие здания создавали гармоничный облик улицы в целом. И приемы, и принципы образцовых проектов могут многое дать для единственно верного сочетания исторической и современной застройки. Сама идея образцовых фасадов с их многообразием решений прекрасно подошла бы застройке современных коттеджных поселков, создавая с минимумом затрат образные гармоничные облики улиц.

Для сохранения, восстановления и развития архитектурного облика исторических улиц Нижнего Новгорода делается многое: государственные программы, волонтерские движения, студенческие проекты, но по-настоящему результативным может быть только системный подход к сохранению, консервации и модернизации городской жилой застройки XIX века и органичному ее сочетанию с современной городской застройкой. И здесь важно учитывать влияние образцовых фасадов на историческую застройку. А рассматривая «бум» коттеджной застройки в наше время и то количество однообразных, примитивно решенных по фасаду жилых домов, решения образцовых проектов XIX века обретают новый смысл и потенциал.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ожегов, С. С. Типовое и повторное строительство в России в XVIII–XIX вв. / С. С. Ожегов. – Москва : Стройиздат, 1984. – 168 с. – Текст : непосредственный.
2. «Образцовые» проекты в жилой застройке русских городов XVIII–XIX вв. / Е. Белецкая, Н. Крашенинникова, Л. Чернозубова, И. Эрн. – Москва : Госстройиздат, 1961. – 206 с.
3. Грачева, Е. Е. Деревянные дома Нижнего. Архитектура деревянных и каменно-деревянных домов Нижнего Новгорода XIX – начала XX вв. / Е. Е. Грачева. – Нижний Новгород : Кварц, 2015. – 208 с. ISBN: 978-5-906698-29-2. – Текст : непосредственный.
4. Собрание фасадов Его Императорского Величества, высочайше апробированных для частных строений в городах Российской империи. Части I, II. – [Санкт-Петербург] : [б. и.], 1809. – 2 части. – Текст : непосредственный.
5. Собрание фасадов Его Императорского Величества, высочайше апробированных для частных строений в городах Российской империи. Части III, IV. [Санкт-Петербург] : [б. и.], 1812. – 2 части. – Текст : непосредственный.
6. Государственный архив Нижегородской области (ГАО). Фонд 30. Опись 36. Том 1. Дело 1674. – Текст : непосредственный.
7. Государственный архив Нижегородской области (ГАО). Фонд 30. Опись 36. Том 1. Дело 1670. – Текст : непосредственный.
8. Государственный архив Нижегородской области (ГАО). Фонд 30. Опись 36. Том 1. Дело 1729. – Текст : непосредственный.
9. Государственный архив Нижегородской области (ГАО). Фонд 30. Опись 36. Том 1. Дело 1692. – Текст : непосредственный.
10. Государственный архив Нижегородской области (ГАО). Фонд 30. Опись 36. Том 1. Дело 1719. – Текст : непосредственный.
11. Государственный архив Нижегородской области (ГАО). Фонд 30. Опись 36. Том 1. Дело 1697. – Текст : непосредственный.
12. Государственный архив Нижегородской области (ГАО). Фонд 30. Опись 36. Том 1. Дело 1734. – Текст : непосредственный.
13. Государственный архив Нижегородской области (ГАО). Фонд 30. Опись 36. Том 1. Дело 1688. – Текст : непосредственный.
14. Государственный архив Нижегородской области (ГАО). Фонд 30. Опись 36. Том 1. Дело 1673. – Текст : непосредственный.
15. Государственный архив Нижегородской области (ГАО). Фонд 30. Опись 36. Том 1.



Дело 1727. – Текст : непосредственный.

16. Государственный архив Нижегородской области (ГАНО). Фонд 30. Опись 36. Том 1.

Дело 1676. – Текст : непосредственный.

17. Государственный архив Нижегородской области (ГАНО). Фонд 30. Опись 36. Том 1.

Дело 1700. – Текст : непосредственный.

AGEEVA Elena Yurevna, doctor of philosophic sciences, professor of the chair of architecture; OSKIRKO Anastasiya Alekseevna, assistant of the chair of construction technology

THE INFLUENCE OF THE SYSTEM OF MODEL FACADES OF THE XIX CENTURY ON THE FORMATION OF THE ARCHITECTURAL LOOK OF GRUZINSKAYA STREET OF NIZHNY NOVGOROD

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: residential urban development of the 19th century, "model" facades, Gruzinskaya street in Nizhny Novgorod.

The article analyzes the impact of the use of a system of "model" designs on the formation of the architectural appearance of a historical street by the example of residential buildings on Gruzinskaya Street, located in Nizhny Novgorod; specific features of the use of "model" facades, their influence on the creation of a harmonious appearance of the street are analyzed. The potential for preservation and restoration of residential buildings, and the potential for "model facades" application in modern cottage development are assessed.

REFERENCES

1. Ozhegov S. S. Tipovoe i povtornoie stroitelstvo v Rossii v XVIII–XIX vv. [Typical and repeated construction in Russia in the XVIII–XIX centuries]. – Moscow: Stroyizdat, 1984, 168 p.
2. Beletskaya E., Krashenninnikova N., Chernozubova L., Ern I. «Obraztsovyie» proekty v zhiloy zastroyke russkikh gorodov XVIII–XIX vv. ["Model" designs in the residential development of Russian cities of the 18th–19th centuries]. / – Moscow: Gosstroyizdat, 1961, 206 p.
3. Grachyova E. E. Derevyannye doma Nizhnego. Arkhitektura derevyannykh i kamenno-derevyannykh domov Nizhnego Novgoroda XIX – nachala XX vv. [Wooden houses of Nizhny Novgorod. The architecture of wooden and stone-wooden houses in Nizhny Novgorod in the 19th - early 20th centuries]. Nizhny Novgorod: Quartz, 2015. – 208 p. ISBN: 978-5-906698-29-2.
4. Sobranie fasadov Ego Imperatorskogo Velichestva, vysochayshe aprobirovannykh dlya chastnykh stroeniy v gorodakh Rossiyskoy imperii [Collection of the facades of His Imperial Majesty, the highest approved for private buildings in the cities of the Russian Empire]. Part I, II, Saint-Petersburg, 1809.
5. Sobranie fasadov Ego Imperatorskogo Velichestva, vysochayshe aprobirovannykh dlya chastnykh stroeniy v gorodakh Rossiyskoy imperii [Collection of the facades of His Imperial Majesty, the highest approved for private buildings in the cities of the Russian Empire]. Part III, IV, Saint-Petersburg, 1812.
6. Gosudarstvennyy arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1674.
7. Gosudarstvennyy arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1670.
8. Gosudarstvennyy arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1729.
9. Gosudarstvennyy arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod



Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1692.

10. Gosudarstvenny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1719.

11. Gosudarstvenny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1697.

12. Gosudarstvenny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1734.

13. Gosudarstvenny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1688.

14. Gosudarstvenny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1673.

15. Gosudarstvenny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1727.

16. Gosudarstvenny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1676.

17. Gosudarstvenny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [State Archives of the Nizhny Novgorod Region] (GANO). Fond 30. Opis 36. Tom 1. Delo 1700.

© Е. Ю. Агеева, А. А. Оскирко, 2021

Получено: 10.04.2021 г.

УДК [72.036:72.01]

А. А. ХУДИН, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектурного проектирования

БАРОЧНОСТЬ И МАНЬЕРИЗМ В ТЕОРИИ ПОСТМОДЕРНИСТСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

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: постмодернизм, архитектура, архитектура постмодернизма, барокко, маньеризм, стиль, теория стиля.

Рассмотрены проблемы обращения к стилям барокко и маньеризм в постмодернистской теории архитектуры. Проведен анализ обращения архитекторов-ревайвалистов к идеям, заложенным в стилях прошлого, и их проецирование на современность с целью легитимации антимодернистских тенденций в архитектурном творчестве и формирования фундамента концепций рассматриваемого стиля. Статья позволяет прояснить ключевые положения теории архитектуры постмодернизма.

Для теории новейшей архитектуры большой интерес представляет исследование постмодернизма – сложного, неоднозначного стилистического явления, возникшего в Западной культуре во второй половине XX века и в настоящее время остающегося актуальным в мировой архитектуре. Следует отметить, что ряд его теоретических основ до сих пор не изучены в достаточной мере, в том числе феномен ревайвализма – возрождения исторических стилей в современных условиях и обращения к эстетическим принципам искусства «прошлого» для решения проблем «настоящего».



Американский критик Ф. Джеймисон (*Fredric Jameson*) в 1992 году точно и емко формулирует один из главных постмодернистских подходов к творчеству, истории и стилю: «все, что нам осталось в мире, где стилистические инновации более невозможны, – так это имитировать мертвые стили, говорить через маску голосом этих стилей из воображаемого музея» [1]. «Имитация стилей», упоминаемая Ф. Джеймисоном – один из основных методов постмодернизма, и начинается он с возникших в архитектурных кругах 1960–1970-х симпатий к барокко и маньеризму. Для понимания эксплуатации постмодернистами идей «барочности» и «маньеристичности» стоит обратиться к дефиниции немецкого философа Т. Адорно (*Theodor Adorno*): «Фантастическое искусство – романтизм, равно как маньеризм и барокко, изображает несуществующее как существующее. Все изобретения творческой фантазии представляют собой модификации эмпирической реальности» [2, р. 32]. Полнос, противоположный холодному рационализму и реализму модернизма, должен был так или иначе поименован, и этот термин, конечно же, был извлечен из истории архитектуры. Можно утверждать, что постмодернизм стал стилем фантастического искусства, предельно удаленного от немодифицированной эмпирической реальности. Действительно, одной из любимых метафор постмодернистов является сопоставление модернизма с ренессансом, а постмодернизма с пришедшим ему на смену барокко (и/или маньеризмом). Этот образ красной нитью проходит через большинство основных построенных произведений. Началось это с американского архитектора Р. Вентури (*Robert Venturi*), который в своей известной книге «Сложности и противоречия в архитектуре» увидел в постройках Л. Кана и Ле Корбюзье тот же ритм и те же подходы, что и в барочных зданиях. Вот как он перебрасывает мост через временную пропасть, разделяющую постмодернизм и барокко: «Стремление к сложной архитектуре с сопутствующими ей противоречиями – это не только реакция на банальность современной архитектуры. Это позиция, присущая периодам маньеризма: XVI век в Италии или эллинистический период в классическом искусстве, а в последнее время – Ле Корбюзье, А. Аалто, Л. Кан и другие» [3]. В этой знаменитой книге Р. Вентури восхищался приемами сбивки масштабов, несоответствия внешнего и внутреннего, сложными идеями организации пространства и другими методами, характерными для Барокко, которые, к его сожалению, игнорируются современной архитектурой, для которой все пространства едины и непрерывны. Он перечисляет основные признаки барочной архитектуры: аллегоричность образов; изогнутость, динамика, напряженность, изломанность, змеевидность линий; деформированность фигур, напряженность поз, игра с размерами и перспективой; усложненность синтаксиса; перегруженность композиции; пересечение форм; активный декоративизм.

Говоря более общо, словами нидерландского философа и исследователя культуры Йохана Хейзинга (*Johan Huizinga*): «С представлением о Барокко связывается картина сознательно преувеличенного, намеренно выставляемого напоказ, заведомо надуманного» [4, с. 174], то есть всего того, что для постмодернизма было поставлено во главу угла. Все это не могло не привлекать на контрасте и противостоянии с концепциями модернизма: «Хорошо известно, что барокко характеризуется своим *conchetto* (мысль, замысел, понятие – с *итал. яз.*) – но лишь в той мере, в какой барочный кончетто противостоит классическому концепту» [5, с. 71]. Прямые, жесткие линии, простота и ясность композиции, отсутствие декора – точный противоположный полюс был удачно найден, и на протяжении всего периода эпохи постмодерна к этому обращаются почти все теоретики: М. Сколари, М. Штейнман, П. Голдбергер,



Д. Сильветти, Ю. Йодике, Ч. Ньюман, Ф. Джеймисон, Б. Зеви, и др. Не исключение здесь и Ч. Дженкс (*Charles Alexander Jencks*), который видит в строениях Р. Вентури «постмодернистскую пространственную сложность», развивающуюся из работ Л. Кана, «который в дальнейшем превращается в полномасштабный стиль», и это он называет «барочным пространством» [6, р. 38]. Говоря же о вышеназванной книге Р. Вентури, Ч. Дженкс подчеркивает, что она провозглашает «возвращение маньеристической и барочной архитектуры». Говоря о работах итальянского архитектора-постмодерниста Паоло Портогези (*Paolo Portoghesi*), он называет его историком архитектуры барокко и «архитектором, экспериментирующим с современной версией этого стиля» [6, р. 102]. При анализе работ Ф. Гери, Ч. Дженкс видит барочность в его здании музея в Бильбао и в некоторых элементах архитектуры Рема Кулхаса. Говоря о поздних произведениях Ле Корбюзье, он сравнивает его творчество с поздним Микеланджело, впавшего в маньеризм, чем повторяет мысль британского архитектора Д. Стирлинга (*James Frazer Stirling*), увидевшего в 1956 году барочность в капелле Роншан.

Высока степень проникновения данной архитектурной тематики во множество смежных наук, так например, французский философ Ж. Лакан (*Jacques Lacan*) в своих лекциях по психоанализу тоже признается в симпатиях к барокко, называя свой дискурс «барочным», акцентирует внимание на «свободе», присущей этому стилю, и полагает, что именно период барокко – это начало той эпохи, в которой мы живем в актуальный момент времени, и «именно тогда сделана была попытка воплотить в архитектуре порыв к блаженству, зажечь в ней свободу, делающую ее ярчайшим парадоксом в истории зодчества» [7, с. 81].

Симпатии к барокко возникают, как было упомянуто выше, и у французского философа Жюль Делеза (*Gilles Deleuze*), который в поисках нового образа мысли и новых подходов в философии обращается именно к этому стилю и периоду, находя в сложности барокко основания для своей концепции хаосмоса, складки и инфлексии (отклонения).

Общий знаменатель такого увлечения барокко постмодернистами присутствует в расширенном виде у итальянского философа Умберто Эко (*Umberto Eco*) в «Открытом произведении», где он полагает эквивалентным эстетические предустановки периода барокко современным ему процессам в искусстве: «поэтика барокко, по существу, реагирует на новое видение космоса, утвержденное коперниковой революцией и почти в изобразительных терминах подсказанное немецким астрономом И. Кеплером, открывшим, что орбиты планет имеют форму эллипса, – это открытие ввергает в кризис исключительное представление о круге как классическом символе космического совершенства. И подобно тому, как барочное здание обилием своих ракурсов живо откликается на представление о вселенной, устремленной в бесконечность, сегодня теоретически возможно установить параллели между появлением новых неевклидовых геометрий и упразднением классических геометрических форм в фовизме и кубизме, между появлением в математике мнимых и трансфинитных чисел, а также теории множеств и появлением абстрактной живописи, между попытками аксиоматизации геометрии Д. Гильберта и первыми шагами неопластицизма и конструктивизма» [8, с. 179].

Упомянутый выше прием идентификации постмодернизма с новым маньеризмом в теоретических трудах с 1970-х годов становится устойчивым и распространенным способом идентификации явления и в архитектуре. В поисках возникновения корней «оживления» этого понятия в XX веке можно прийти к статье



К. Роуи (*Colin Rowe*) «Маньеризм и современная архитектура» [9]. Данная статья К. Роуи применяет концепцию маньеризма к некоторым проявлениям модернизма, выводя его за привычные исторические рамки и вводя в современную лексику вслед за трудами английского искусствоведа Н. Певзнера (*Nikolaus Pevsner*) и британского историка Э. Бланта (*Anthony Frederick Blunt*) в конце 1940-х. В статье речь идет об одном из первых произведений Ле Корбюзье от 1916 года – «Вилле Швоб» в Ла Шо-де-Фон (*Villa Schwob, la Chaux-de-Fonds, Switzerland, 1916*), эта «турецкая вилла», возникшая под впечатлением автора от османской архитектуры, по мнению Роуи, «не вписывается в его поздние работы» и разрушает дидактизм коллекции его трудов. Автор находит в этой постройке элементы французской, немецкой, австрийской академической архитектуры, проистекающие из наследия либеральных эклектических тенденций XIX века, которые еще не были полностью устранены абстрактными и рационализаторскими идеями, которые станут в дальнейшем доминирующими в творчестве архитектора. Видя в рассматриваемой вилле большое влияние архитектуры периода 1570-х годов, К. Роуи определяет виллу как созданную по маньеристическим схемам вследствие сложности, неясности, интеллектуальности, наличия преувеличений, внутренней конфликтности и пр. Эти настроения, по его мнению, могут стать вновь актуальными ввиду повторения аналогичных духовных кризисов на новом витке в XX веке. Роуи говорит, что «сегодняшний день, кажется, особенно восприимчив к беспокойному воздействию маньеризма», и в этом ощущается потребность. Он предлагает производить систему отсчета от маньеризма, создавая предпосылки для будущих концепций нового маньеризма в период постмодерна.

Действительно, в период, когда термин постмодернизм не был еще «общим местом», и его определение не было очевидным, обращение внимания в прошлое с целью нахождения там сходных явлений с теми, которые становились востребованными в 1970-е, не могло не обратиться к маньеризму, с присущими ему двойственностью, мифологичностью, иррациональностью, деформациями, использованиями аномальной перспективы, общей сложностью и хаотичностью. У ряда зарубежных исследователей также присутствуют симпатии в адрес романтизма, с его интересами к экзотическим странам, отсутствием интереса к современности, неопределенностью, экстравагантностью, постановкой в центр индивидуальности и его свободы вместо интересов масс, характерных для социориентированности модернизма. Своеобразный поиск «убежища от мира», недовольство наличествующим, даже культ природной эстетики в романтизме стал восприниматься как убежище от урбанизма, как источник образов нерегулярных, несистемных, ассиметричных. Как говорил немецкий мыслитель М. Хайдеггер (*Martin Heidegger*), «необыкновенные эпохи нуждаются в самом странном» [10, с. 292], и «необыкновенная» эпоха зарождающегося постмодернизма стала искать опоры в стилях прошлого.

Одной из первых статей 1970-х годов, затрагивающих эту тему, была работа немецкого архитектора Мартина Штейнмана (*Martin Steinmann*), «Реальность как история» [11]. В числе основных для современного архитектора задач автор видит работу в плотной сети взаимосоотношений, которые образованы историей. Им затрагивается вопрос преемственности и традиционности в культуре, вновь ставший актуальным в послевоенные годы. Рассматривая ряд идеологических высказываний архитекторов того времени, он говорит о новом «маньеризме» как воспроизводящем общие исторические реминисценции в современных сооружениях. Метод повторного использования форм, извлеченных



из прошлого, воспринимается им как крайне важный, так как история, по его мнению, это место, где происходит «самоопределение смысла архитектуры». Им используется ставшая популярной концепция новой архитектуры как «музея истории», упоминая ряд характерных работ швейцарских архитекторов, таких как Б. Рейхлин (*Bruno Reichlin*) и Ф. Рейнхарт (*Fabio Reinhart*), например, виллу Тонини в Торичелло (Швейцария), 1977 г. Он определяет ауторефлексивность языка архитектуры, цитируя одного из художников рококо Дж. Рейнолдса (*Joshua Reynolds*): «Чем шире будут ваши знания выдающихся работ, тем больше будет ваша изобретательность», провозглашая этим одну из характерных черт будущих постмодернистских тенденций в архитектуре. Ауторефлексия выражается в том, что «восстановление становится мерой познавательной ценности архитектуры», «смысл обретается как производная от отношения к самой себе», «архитектура как дискурс, который не может игнорировать историю... реальность как историю».

Знаменитая книга архитектурного критика и историка Рэя Смита (*Ray Smith*, 1929–1988) «Суперманьеризм» [12], вышедшая в 1977 году, констатирует тот факт, что новое культурное движение 1960–1970-х, которое он называет «Суперманьеризм», или пост-современный стиль, который, по его мнению, радикально меняет наше видение и подходы к архитектуре, создавая новый словарь форм, в который входят народное, анонимное, популярное творчество. Для него характерны эклектизм, романтизм, гуманизм. К авторам, работающим в этом направлении, он относит архитекторов: Ч. Мура, Р. Вентури, Р. Стерна, Ф. Джонсона, М. Грейвза и др.

Революционное освобождение от «жестких категорий интернационального стиля», отказ от границ между высоким и низким искусством, создание акцента на самовыражении видится ему наступлением века плюрализма, для которого актуальна архитектура сложная и неоднозначная. Особенности стиля «постмодернизм», выделяемые автором, следующие: видение эстетики стиля как направленной на «освобождение от всех традиций, включая эстетику нового»; восприятие эстетики постмодернизма как инклюзивной, включающей и объединяющей любые формы, даже противоречащие друг другу (вместо предыдущей архитектуры эксклюзивной, исключаящей беспорядок и хаос); допущение стилистического смешения; принятие исторических традиций и исторических аллюзий; восстановление ценности декорирования и орнаментирования; «разрешающие принятие хаоса» в арсенал архитектурных средств. Архитектура, по мнению Р. Смита, меняется посредством следующих инноваций: «визуальный синтаксис», видение архитектуры как языка; ориентация на взаимодействие архитектуры и человека через коммуникативные подходы; работа с символическими значениями архитектурных элементов; возвращение к удовлетворению потребности в индивидуальности; уход от монументального порядка к прихотям и юмору, каламбурам и остротам, иронии и двусмысленности, искажениям и парадоксам; поиск вдохновения в простой, анонимной, фоновой, коммерческой архитектуре; признание необходимости сохранения и реставрации зданий.

Отдельный раздел этой книги посвящен пониманию постмодернизма именно как маньеризма, а не новой эклектики. Автор относит корни новых симпатий к маньеризму, к словам американского архитектора Ф. Джонсона в статье в журнале "*Esquire*", где он сказал, что желает создать «двусмысленную маньеристическую ясность»; к работе американского архитектора Р. Вентури «Сложности и противоречия в архитектуре», где маньеризм обсуждается на протяжении всей книги и к труду К. Роу «Маньеризм в современной архитектуре». Интерес к элементам



хаоса, двусмысленности, парадоксальности, возникающим в архитектурных кругах, продолжается в частности в трудах Н. Певзнера и американского историка Р. Витквера (*Rudolf Wittkower*) по линии соотнесения художественных подходов в Италии XVI века и в 1960–1970-е годы в Европе и Америке. Аналогичные задачи ставятся и британским историком Р. Смитом (*Roger Smith*), который находит целый ряд параллелей и связей между указанными стилистическими тенденциями. Сопоставление периода 1962–1972 с периодом 1520–1920 дается в терминах Н. Певзнера, когда общностью «неудобных стилей» видятся такие художественные признаки, как реверсивность, неуравновешенность, искажения, эlegantность, сложность, интеллектуальность, капризность, произвольность, нелогичность. Согласно Р. Виткверу, так как в период существования маньеризма этому термину не придавалось уничижительного значения, то и использование декоративных подходов, децентрических композиций, пространственного усложнения и сейчас не должно отрицаться. Корни подобных сопоставлений Р. Смит находит в работе Колина Роуи от 1950 года, когда он применил подобное сравнение применительно к трудам Ле Корбюзье, и утверждал, что «если в шестнадцатом веке маньеризм – это визуальный показатель острого духовного кризиса, то повторение подобных отношений на сегодняшний день не должно быть неожиданностью, и соответствующие конфликты вряд ли потребуют указания ввиду их очевидности».

Исходя из анализа целого ряда обращений современных архитекторов-постмодернистов в своих работах к ассоциированию с маньеризмом, Р. Смит и вводит свой термин, «суперманьеризм» как точно определяющий стилистическую сущность и эстетические предпочтения 1960-х (рассматривая также альтернативные приставки нео-, пара-, мета- и др.).

Согласно Р. Смицу, суперманьеризм привел к следующим «освобождающим» результатам в архитектуре: следование «идее случайности», «спонтанности», «хаоса»; «бунтарский визуальный порядок» «разрешительного» свойства, проявляющийся в доминировании диагоналей и вибрирующих, зигзагообразных линий; «любовь к углу», отличному от 90 градусов; создание «причудливых форм»; попытки «вырваться из замкнутого статического пространства»; право на создание беспорядочной композиции; «одобрение импровизации»; создание «визуального богатства». XX век определяется автором как «Эпоха беспокойства» (*The Age of Anxiety*) и «Эпоха двусмысленности» (*Age of Ambiguity*). В 1960-е годы, как он считает, «люди стали более амбивалентными, расплывчатыми, колеблющимися, чем когда-либо прежде», что приводило к появлению в архитектуре «дислокации, дезориентации, отчуждения», а также превалированию «богатства смысла над ясностью смысла» по Р. Вентури. Все феномены 1960-1970-х годов автор считает приходом «нового архитектурного гуманизма» на смену «башням из слоновой кости» модернизма, выразившим «удручающую несущественность индивида по отношению к коллективной детальности общества».

Известный немецкий теоретик архитектуры Юрген Йодике (*Jürgen Jödicke*) в 1978 году в своей статье «О развитии современной архитектуры» [13] затрагивает вопрос об архитектурной ситуации 1960–1970-х годов, характеризуя ее как эклектическую, формалистическую и ориентирующуюся на традицию. По его мнению, «любая черта какого-то определенного течения в последнее десятилетие больше не может оказать помощь в ориентировании; так, различные признаки выступают одновременно, переходя в другие течения и переплетаясь с ними». Он делает попытку отследить существующие течения, возникающие в текущий момент, упоминая Ф. Джонсона, «отбрасывающего семь костылей современной



архитектуры», пластические постройки Эро Сааринена, брутализм Смитсонов, метаболизм в Японии и Архигрэм в Англии, структурализм Танге. Отдельного внимания удостоивается американский архитектор Луис Кан, который, по мнению Ю. Йодике, «объединил в себе противоречивые тенденции времени» и без использования «формального эклектизма, нашел аналогии с принципами прошлых эпох, одновременно устремляясь в будущее». Автор желает видеть в произведениях Л. Кана обновление «современного движения», приветствуя в них «порядок и дисциплину».

Совершенно отличным явлением от прочих наследников модернизма Ю. Йодике считает концепцию Р. Вентури, вступающую в критическую дискуссию с предшествующими архитектурными воззрениями и отстаивающую «архитектуру знака и символа» и маньеристические тенденции. К близкому лагерю он относит и американского архитектора Чарльза Мура, считающего что «здание может и должно говорить». На основании их трудов Ю. Йодике обращается к теориям семиотики, рассматривая «значащую архитектуру» как оппозиционную к «незначащей» архитектуре модернизма. Огромным значением обладает его попытка рассмотреть аналогии между маньеризмом и постмодернизмом и возможность переноса этой модели мышления на современность. Он выявляет следующие аспекты, объединяющие их: дезинтегративность; манерничанье; заимствование прошлых выразительных средств; манипуляции заимствованными средствами; стремление к аналогиям; эклектизм; вычурность.

В результате данного исследования становится понятной суть параллелизма и ассоциирования, допускаемого теоретиками и постмодернистскими архитекторами с целью легитимации своих идей, оппозиционных пуризму, геометризму, рациональности модернизма. Таким образом, поставленная нами задача по прояснению факта использования идей барокко и маньеризма в теории архитектуры постмодернизма решена через обзор воззрений ряда ключевых деятелей данного стиля, что делает ясным понимание взаимосвязи и синтеза между разновременными стилистическими концепциями, что по-особому проявилось в интеллектуально-творческой архитектурной деятельности конца XX века.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Джеймисон, Фредерик. Постмодернизм и Общество потребления / Ф. Джеймисон. – Текст : электронный // Логос. – 2000. – № 4 (25). – С. 63–77. – URL: <http://www.ruthenia.ru> (дата обращения: 15.03.2020). (Jameson, Frederick. Postmodernism and Consumer Society / Frederick Jameson. – New York : Longman, 1992. – 280 p.)
2. Adorno, Theodor. Aesthetic Theory (Ästhetische Theorie) / Theodor Adorno ; ed. Gretel Adorno and Rolf Tiedemann. – Frankfurt am Main : Suhrkamp Verlag, 1970. P. 32.
3. Вентури, Роберт. Сложность и противоречия в архитектуре / Р. Вентури. – Текст : непосредственный // Мастера архитектуры об архитектуре. Зарубежная архитектура. Конек XIX–XX век : избранные отрывки из писем, статей, выступлений и трактатов / под общей редакцией А. В. Иконникова, И. Л. Маца, Г. М. Орлова. – Москва, 1972. – С. 543–558.
4. Хейзинг, Й. Человек играющий: статьи по истории культуры / Й. Хейзинг ; перевод Д. В. Сильвестрова. – Москва : Прогресс–Традиция, 1997. – 416 с. – С. 174. – ISBN 5-89493-010-3. – Текст: непосредственный.
5. Делез, Ж. Складка. Лейбниц и барокко / Ж. Делез. – Москва : Логос, 1997. – 264 с. – ISBN 5-8163-003-2. – Текст: непосредственный. (Глава 4. С. 71).
6. Jencks, Charles. The story of Post-Modernism : Five Decades of the Ironic, Iconic and Critical in Architecture / Charles Jencks. – New York : John Wiley & Sons Ltd, 2011. – 272 p. (P. 38, 102).



7. Лакан, Ж. Этика психоанализа / Ж. Лакан. – Текст : непосредственный // Семинары / Жак Лакан ; в редакции Жака-Алена Миллера ; перевод с французского М. Титовой, А. Черноглазова. – Москва, 2006. – Книга VII (1959–60), глава V. – С. 81. – ISBN 5-8163-0037-7. (Lacan, Jacques. Le séminaire l'éthique de la psychanalyse / Jacques Lacan, livre 7 (1959–1960) ; texte et. Jacques-Alain Miller, éditions du seuil. – Paris, 1986).
8. Эко, Умберто. Открытое произведение: форма и неопределенность в современной поэтике / Умберто Эко ; перевод с итальянского А. Шурбелева. – Санкт-Петербург : Академический проект, 2004. – 380 с. – ISBN 5-7331-0019-2. – Текст : непосредственный. (С. 50; С. 41; С. 74; С. 179). (Eco Umberto. Opera aperta : Forma e indeterminazione nelle poetiche contemporanee / U. Eco. – Milano : Bompiani, 1965. – 306 p.).
9. Rowe, Colin. Mannerism and Modern Architecture / Colin Rowe // Architectural Review. – 1950. – May. – P. 289–299.
10. Хайдеггер, М. Размышления II-VI (Черные тетради 1931-1938) / Мартин Хайдеггер ; перевод с немецкого А. Б. Григорьева ; под научной редакцией Михаила Маяцкого. – Москва: Изд-во Института Гайдара, 2016. – 584 с. (С. 292). – ISBN 978-5-93255-465-4. – Текст : непосредственный.
11. Steinmann, Martin. Reality as History: Notes for a Discussion of Realism in Architecture / Martin Steinmann // Architectural theory since 1968 / edited by Michael Hays. – London : Cambridge, 1998. – P. 246–253.
12. Smith, C. Ray. Supermannerism. New Attitudes in Post-Modern Architecture / C. Ray Smith, Dutton. – New York, 1977. – 402 p.
13. Joedicke, Jürgen. Zur Entwicklung der heutigen Architektur / Jürgen Joedicke // Bauen und Wohnen. – 1978. – № 7/8. – P. 269–274.

KHUDIN Aleksey Aleksandrovich, candidate of architecture, associate professor of the chair of architectural design

BAROQUE AND MANNERISM IN THE THEORY OF POST-MODERN ARCHITECTURE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: hoodin-alex@yandex.ru

Key words: postmodernism, architecture, postmodern architecture, baroque, mannerism, style, theory of style.

The article studies issues of address to the Baroque and Mannerist styles in the postmodern theory of architecture. The analysis of the revivalist architects' addressing to the ideas laid down in the styles of the past and their projection onto the present in order to legitimize anti-modern trends in architectural creativity and form the foundation of the concepts of the style under consideration is carried out. The article makes it possible to clarify the key provisions of the theory of postmodern architecture.

REFERENCES

1. Jameson Frederick. Postmodernizm i Obschestvo potrebleniya [Postmodernism and Consumer Society] / Logos. 2000. № 4 (25). P. 63–77. – URL: <http://www.ruthenia.ru> (data obrascheniya: 15.03.2020). (New York: Longman, 1992, 268 p.).
2. Adorno T. Aesthetic Theory [Ästhetische Theorie] / Theodor Adorno, Ed. Gretel Adorno and Rolf Tiedemann. – Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag, 1970, p. 32.
3. Venturi R. Slozhnost i protivorechiya v arkhitekture [Complexity and Contradiction in Architecture] / Mastera arkhitektury ob arkhitekture. Zarubezhnaya arkhitektura. Konets XIX–XX vek : izbrannye otryvki iz pisem, statey, vystupleniy i traktatov / pod obsch. red. A. V. Ikonnikova,



I. L. Matsa, G. M. Orlova. – Moscow, 1972. – P. 543–558.

4. Kheizing I. Chelovek igrayuschiy. Stati po istorii kultury [Homo Ludens, Essai sur la fonction sociale du Jeu] / Perevod D. V. Silvestrova. – Moscow: Progress–Traditsiya, 1997, p. 174. – ISBN 5-89493-010-3.

5. Deleuze Zh. Skladka. Leibnits i barokko [The Fold: Leibniz and the Baroque] / Moscow: Logos, 1997, Glava 4, p. 71). – 264 c. – ISBN 5-8163-003-2.

6. Jencks Ch. The story of Post-Modernism. Five decades of the ironic, iconic and critical in architecture / Charles Jencks. – UK, John Wiley & sons Ltd 2011. – 272 p. (P. 38, 102).

7. Lacan J. Etika psikoanaliza [The Ethics of Psychoanalysis]. / Seminary; v red. Zhaka-Alena Millera ; Per. s fr. M. Titovoy, A. Chernoglazova. – Moscow, 2006. Kniga VII (1959–60). glava V, p. 81. ISBN 5-8163-0037-7. (Lacan, Jacques. Le séminaire l'ethique de la psychanalyse / Jacques Lacan, livre 7 (1959- 1960) ; texte et. Jacques-Alain Miller, éditions du seuil. – Paris, 1986).

8. Eco U. Otkrytoe proizvedenie: Forma i neopredelyonnost v sovremennoy poetike. [Open Work: form and uncertainty in modern poetics]. Per. s ital. A. Shurbeleva. – Saint-Petersburg.: Akademicheskiiy proekt, 2004, 380 p. – ISBN 5-7331-0019-2. – (P. 50; P. 41; P. 74; P 179). (Eco Umberto. Opera aperta : Forma e indeterminazione nelle poetiche contemporanee / U. Eco. – Milano : Bompiani, 1965, 306 p.)

9. Rowe C. Mannerism and Modern Architecture. // Architectural Review, May, 1950, p. 289–299.

10. Heidegger M. Razmyshleniya II-VI. Chyornye tetradi 1931–1938. [Considerations II-VI. Black notebooks] / per. s nem. A. B. Grigoreva; nauch. red. perevoda M. Mayatskiy. – Moscow: Izd-vo Instituta Gaydara, 2016. – 584 p. (P. 292). – ISBN 978-5-93255-465-4.

11. Steinmann M. Reality as History: Notes for a Discussion of Realism in Architecture / Martin Steinmann // Architectural theory since 1968 / edited by Michael Hays. – London : Cambridge, 1998. – P. 246–253.

12. Smith C. R. Supermannerism. New Attitudes in Post-Modern Architecture / C. Ray Smith. – New York, Dutton, 1977, 402 p.

13. Joedicke J. Zur Entwicklung der heutigen Architektur /Jürgen Joedicke // Bauen und Wohnen, 1978, № 7\8, p. 269–274.

© А. А. Худин, 2021

Получено: 13.02.2021 г.

УДК 725.91:72.036

О. В. ТЕРЕБИКИНА, аспирант кафедры архитектурного проектирования

АРХИТЕКТУРА ВЫСТАВОЧНЫХ ПАВИЛЬОНОВ В СТИЛЕ ХАЙ-ТЕК

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603000, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: +7 987-744-26-19;
эл. почта: olgaterebikina@mail.ru

Ключевые слова: архитектура, ЭКСПО, международные выставки, хай-тек, павильоны, инновационные достижения, конструкции, технологии.

Рассматриваются архитектурные стилистические направления на международных выставках ЭКСПО в частности в виде разновидностей стиля хай-тек. Особое внимание уделяется анализу архитектуры выставочных павильонов стран мира XX–XXI вв.

ЭКСПО – международные выставки, которые являются эпицентрами демонстрации технических и технологических достижений всех стран мира на



одной площадке. Начало развития международных выставок, как известно, было положено в 1851 году в Великобритании. Первая всемирная выставка прошла в Лондоне и носила название «Великая выставка промышленных работ всех народов», которая пробудила интерес к проектированию больших залов из железа и стекла. Затем в 1889 году прошла выставка в Париже, где были представлены здания и сооружения из металла, по смелости технической мысли опередившие мировую практику того времени. Так, павильон Галерея машин архитектора Ф. Дютера и инженера В. Контамена, башня по проекту инженера Г. Эйфеля привлекли внимание всего мира и стали предшественниками стиля хай-тек, изменив привычные представления об архитектуре того времени.

В настоящее время ЭКСПО представляют собой целые выставочные комплексы – «города», состоящие из множества разнообразных павильонов, подчиненных общей теме. Архитектура ЭКСПО отражает не только передовые технологии, но и культуру, традиции и обычаи народов разных стран мира. Выставки все чаще становятся тематическими, призывая мировое сообщество находить решения самых актуальных проблем, стоящих перед человечеством. На этой информационной площадке проводятся конференции, дискуссии по проблемам экологической безопасности, энергоснабжения, инновационного развития в различных отраслях науки, промышленности, строительства и производства. Здесь демонстрируются различные товары народного потребления, изобразительное искусство, строительные материалы и всевозможные новейшие изобретения и, конечно же, Архитектура [1]. Поскольку целью данной статьи является внимание к архитектуре в стиле хай-тек, то внимание акцентируется именно на определенных выставочных сооружениях.

Темой для ЭКСПО-67 в Монреале (США) была заявлена «Человек и его мир», выставка представляла собой совершенно фантастические проекты павильонов. Таким был, прежде всего, павильон США инженера-изобретателя Р. Б. Фуллера (*Richard Buckminster Fuller*) в виде геодезического купола (рис. 1 цв. вклейки), внутри которого находилась пространственная композиция из семи этажей-платформ, как бы парящих в пространстве купола, которая олицетворяет, по мнению автора, Вселенную. Новационная конструкция купола, выполненная из металлических стержней, образовывала пространственную структуру, благодаря которой сооружение обладает хорошими несущими способностями. Геодезический купол представлял несущую сетчатую оболочку в виде сферы, высотой 62 метра и диаметром 76 метров. В настоящее время павильон выполняет роль Музея Биосферы, экспозиция которого посвящена среде, окружающей человека. С тех пор геодезические купола находят широкое применение, их используют под различные функции. Легкие и прозрачные стержневые конструкции, обладающие удивительной прочностью, создали воздушную сферическую «космическую» форму, позволяющую перекрывать значительные пространства. Этот эксперимент оказал влияние на развитие новейшей архитектуры не только в конструктивном смысле, но и в архитектурно-художественном. Стиль этого сооружения определялся как «технизм», который стал предшественником такого стиля в архитектуре и дизайне, как хай-тек.

Тема следующей выставки ЭКСПО-70 в Осаке (Япония) – «Прогресс и гармония для человечества». Генеральный план и главный выставочный павильон (рис. 2 цв. вклейки) разработал всемирно известный японский архитектор К. Танге. В основу концепции павильона легла идея в духе господствующего в Японии архитектурного стилистического течения «метаболизм». На шести



ажурных металлических коммуникационных столбах парила поднятая над землей на высоту 30 метров трехмерная металлическая стержневая конструкция, которая представляла собой плиту 108 м шириной и 292,6 м длиной, покрытая многослойной полиэфирной прозрачной пленкой в виде надувных подушек. Главная особенность заключалась в том, что пространственная композиция павильона не имела ограждающих стен. Павильон зоны Символов стал центром обслуживания всей территории ЭКСПО-70. Здесь были размещены три башни – Солнца, Молодости и Материнства, олицетворяя символы человеческой энергии и выполняя роль пространственных градостроительных ориентиров. Эта выставка стала экспериментальной площадкой по развитию новых градостроительных метаболистических идей будущего города-спутника Токио, о котором мечтал К. Танге. В данном сооружении прослеживаются авторские версии сочетания архитектурных стилей – техницизма и метаболизма [2].

Если в архитектуре павильонов на ЭКСПО в XX столетии наблюдается появление техницизма и первых признаков стиля хай-тек в виде применения пространственных металлических стержневых конструкций, то в начале XXI столетия стиль хай-тек стал неременным при возведении уникальных павильонов.

Выставка ЭКСПО-2008 проходила в городе Сарагоса (Испания), где концепцией выставки была «Вода для жизни». В связи с этой тематикой британский архитектор арабского происхождения З. Хадид представила выставочный павильон-мост (рис. 3 цв. вклейки) длиной 275 м через реку Эрбо, который стал главной достопримечательностью выставки. Объемно-пространственная композиция павильона состоит из четырех ромбовидных модулей, в каждом из которых располагается выставочный зал. Одна из особенностей конструкции состоит в том, что мост опирается только на три опоры. Конструкция выполнена из металла и бетона, верхняя часть обшита треугольными стальными пластинами, внешне напоминающими чешуйки, что создает ощущение легкости и органичности с окружающей природой. Уникальная конструкция в виде стальной структуры формирует динамичную архитектурную композицию, которая отражает идею текучей энергии воды и изгибов реки. В то же время павильон представляет собой инженерное сооружение – крытый мост органической формы, напоминая гладиолус. Одновременно автор объединяет в этом произведении стиль хай-тек с формами природы – стилем бионики в архитектуре [3].

Павильон ОАЭ в Шанхае на ЭКСПО 2010 (Китай) британского архитектора, лидера хай-тека Н. Фостера выполнен с применением стержневых перекрытий – оболочек (рис. 4 цв. вклейки). Конструкция определяется как металлическая решетка – диагрид (диагональная решетка), покрытая триангулированными панелями из нержавеющей стали, анодированной в золотисто-оранжевый цвет. Она позволила создать сложные формы крыши, поднимающиеся на высоту до 20 метров, навешанные ассоциативными формами песчаных дюн, характерными для ландшафтов пустыни Руб Аль Хали в Объединенных Арабских Эмиратах. Фостер стремился передать «дух места», создавая силуэт павильона плавного очертания. Одна из особенностей павильона заключается в динамичном освещении. Так, фактура северного фасада позволяет дневному свету проникать в здание, тогда как южная сторона, наоборот, защищает от яркого солнца. Архитектура выставочного павильона выполнена в сочетании стиля хай-тек, который демонстрирует свою эволюцию во времени, с чертами экспрессионизма, формируя новое стилистическое направление – техно-экспрессионизм. ЭКСПО-2010 в Шанхае (Китай) провозгласил концепцией всемирной выставки понимание, общение,

**К СТАТЬЕ О. В. ТЕРЕБИКИНОЙ
«АРХИТЕКТУРА ВЫСТАВОЧНЫХ ПАВИЛЬОНОВ
В СТИЛЕ ХАЙ-ТЕК»**

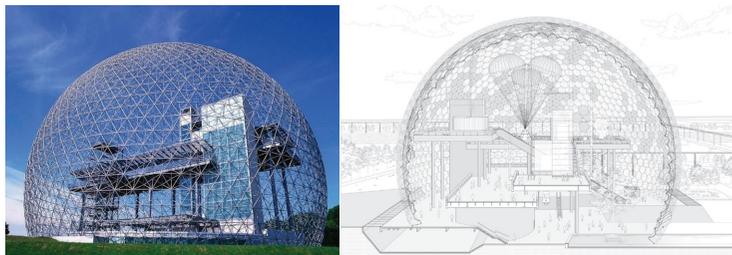


Рис. 1. Павильон США на ЭКСПО-67, инж. Р. Б. Фуллер, Монреаль, (США), 1967 г.

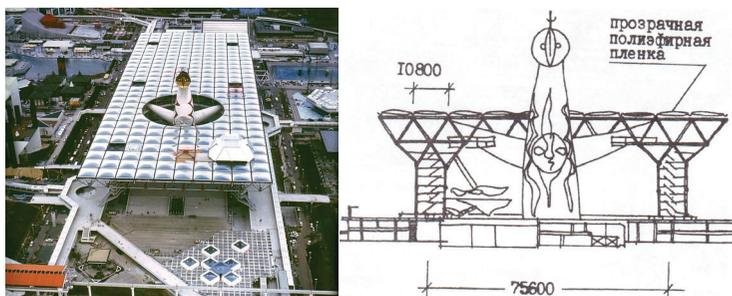


Рис. 2. Главный павильон на ЭКСПО-70, арх. К. Танге, Осаке, (Япония), 1970 г.

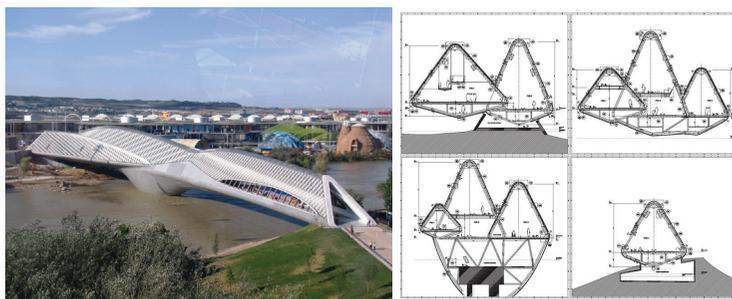


Рис. 3. Павильон-мост на ЭКСПО-2008, арх. З. Хадид, Сарагоса, (Испания), 2008 г.

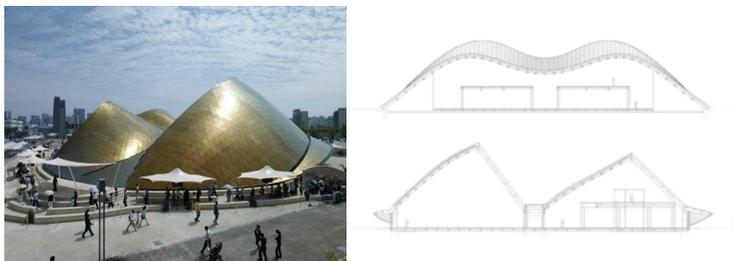


Рис. 4. Павильон ОАЭ на ЭКСПО-2010, арх. Н. Фостер, Шанхай, (Китай), 2010 г.



Рис. 5. Павильон Франции на ЭКСПО-2010, арх. студия *Ferrier Marchetti*, Шанхай, (Китай), 2010 г.

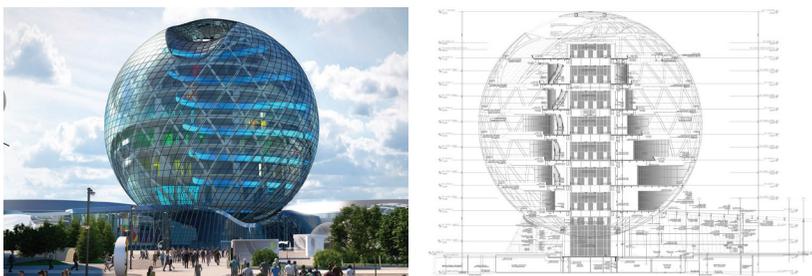


Рис. 6. Павильон «Нур-Алем» на ЭКСПО-2017, арх. бюро SOM: арх. Э. Смит, Гилл, Нур-Султан, (Астана), 2017 г.



Рис. 7. Павильон Германии на ЭКСПО-2020, арх. бюро LAVA, Дубай, (ОАЭ), 2020 г.

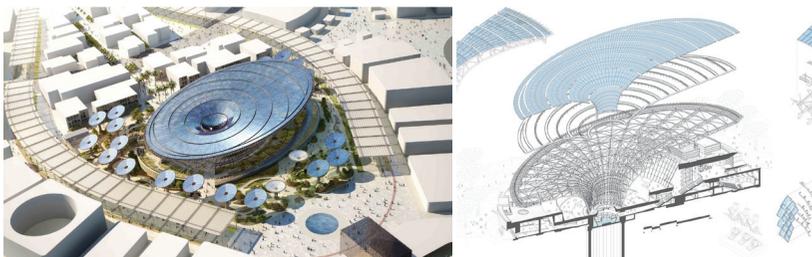


Рис. 8. Павильон Великобритании на ЭКСПО-2020, арх. бюро Grimshaw, Дубай, (ОАЭ), 2020 г.



радость встречи и сотрудничества, а также стремление человека к самореализации. Павильон Франции (рис. 5 цв. вклейки) под названием «Чувство города» отображал тему романтического города-будущего (арх. студия *Ferrier Marchetti*). Объемная композиция здания представляет собой решетчатую конструкцию из стальной сетки в сочетании с белым бетоном. Внутренний объем-параллелепипед, выполненный из прозрачного стекла, находится внутри сетчатой оболочки, что позволяет любоваться необычным пейзажем, поднимаясь на эскалаторе. На крыше располагался французский сад с фонтанами, а также солнечные батареи и система сбора дождевой воды, в чем отражено обращение к новационной тенденции – к экологическому строительству и архитектуре. Во внутреннем дворике – вертикальный сад: стены покрыты живой зеленью – обращение к актуальной «зеленой» архитектуре. Внутренняя организация пространства павильона представляет собой лабиринт, в котором представлена концепция взаимодействия города с природой. В архитектуре павильона просматривается сочетание стиля хай-тек с идеями минимализма [4].

Тема Экспо-2017 в Астане (ныне Нур-Султан) в Казахстане – «Энергия будущего». В связи с этим в проекте выставки были изначально заложены и реализованы многочисленные эко-компоненты. В частности, была внедрена схема «умного города», позволившая сэкономить 30 % электроэнергии. Павильон «Нур-Алем» (арх. бюро SOM: арх. Э. Смит, Гилл) стал крупнейшим сферическим зданием в мире. Его объемная композиция (рис. 6 цв. вклейки) представляет собой сферу диаметром 80 м и высотой 93 м. Каркас павильона-шара выполнен из металла и гнутых стеклянных панелей, в то время как большинство сферических зданий облицовано плоскими стеклянными фрагментами, что придает им граненый облик по типу геодезического купола. В верхней части сферы установлены ветродвигатели и солнечные батареи. Фотоэлектрические панели обеспечили здание электроэнергией. Архитектурный облик павильона совмещает в себе черты стиля хай-тек, развивая принципы технизма, заложенные Р. Б. Фуллером [5].

Представленный на ЭКСПО-2020 в Дубае (ОАЭ) павильон Германии (арх. бюро LAVA), демонстрировал главную идею выставки – сделать мир лучше путем объединения современных передовых технологий и природы. (рис. 7 цв. вклейки). Концепция павильона основана на идее университетского кампуса с лабораториями города будущего и биоразнообразия. Объемная композиция павильона выполнена из воздушной конструкции, из взаимосвязанных кубических модулей выставочных площадей и металлической крыши трапециевидной формы, которая поддерживается вертикальными стальными тросами. Она решена в виде мембраны с множеством мелких отверстий, через которые не проходит жара, но позволяет солнечным лучам освещать атриум, тем самым оптимизируя ресурсы, снижая потребление энергии и создавая естественное освещение в разное время суток. Концепция проекта была определена жарким климатом ОАЭ и местной типологией строительства зданий, где по традиции помещения в доме ориентированы на внутреннее пространство – зеленый двор-оазис. Павильон в стиле хай-тек представляет собой гармоничное сочетание природы и современных экологических технологий.

Не менее интересен рассматриваемый нами на ЭКСПО-2020 павильон Великобритании (рис. 8 цв. вклейки), который располагался в центре площади на пересечении трех тематических зон выставки. Павильон “*Sustainability*” (устойчивого развития) посвящен природе и экологии. Он был спроектирован британской студией *Grimshaw* (арх. Николас Гримшоу) и выполнен в виде огромного солнечного коллектора с овальной вогнутой формой крыши, которая



выстлана солнечными батареями и в то же время закрывает собой окружающие сады и выставочные площадки от солнца. Здание имеет систему сбора воды из влажного воздуха и окружено «солнечными» деревьями, вырабатывающими электричество. Павильон был призван показать изобретательность и возможности новейшей современной архитектуры для устойчивого будущего жизнеобеспечения. Здесь внимание сфокусировано на возобновляемых ресурсах: фотосинтезе, солнечной энергии и на получении чистой воды из влажного воздуха. Этому служит динамичная форма павильона [6].

Подводя итог аналитическому обзору архитектуры ряда ярких выставочных сооружений, можно констатировать, что в основу художественных образов павильонов на ЭКСПО-2020 были положены принципы, характерные для стиля хай-тек, который участвует в формировании футуристической архитектуры. Павильоны на международных выставках по-прежнему поражают воображение своим многообразием форм, новых конструкций и материалов. Архитектура ЭКСПО – это всегда концентрированное воплощение оригинальных и смелых инновационных экологических концепций, новейших строительных технологий и современных систем инжиниринга. Выставочные павильоны – это один из тех типов архитектурных сооружений, которые служат своего рода векторами для становления и развития высокотехнологичной архитектуры в стиле хай-тек, демонстрируя его модификации под воздействием других архитектурных стилистических направлений, формируя новейшую архитектуру будущего.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павлов, К. А. Международные ярмарки и выставки / К. А. Павлов. – Москва : Внешторгиздат, 1962. – 138 с. – Текст : непосредственный.
2. Навлицкая, Г. Б. Осака / Г. Б. Навлицкая. – Москва : Наука, 1983. – 287 с. : ил. – (Рассказы о странах Востока). – Текст : непосредственный.
3. Заха Хадид: «творчество – это способ осмысления мира». – URL: <https://losko.ru/zaha-hadid-biography/> (дата обращения: 03.01.2021). – Текст : электронный.
4. Шанхай-Экспо-2010. – URL: <http://designdeluxegroup.com/2010> (дата обращения: 05.01.2021). – Текст : электронный.
5. Постиндустриальные тренды в стратегии инновационного развития Республики Казахстан : коллективная монография / В. Ю. Дунаев, В. Д. Курганская, М. С. Шайкемелев, Р. С. Сартаева ; под общей редакцией З. К. Шаукеновой. – Алматы : Институт философии, политологии и религиоведения КН МОН РК, 2014. – 248 с. – ISBN 978-601-304-020-2. – Текст : непосредственный.
6. Архитектура массового праздника. – URL: <https://archi.ru/world/75912> (дата обращения 05.01.2021). – Текст : электронный.

TEREBIKINA Olga Vladimirovna, postgraduate student of the chair of architectural design

ARCHITECTURE OF EXHIBITION PAVILIONS IN HI-TECH STYLE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603000, Russia. Tel. : +7 987-744-26-19;
e-mail: olgaterebikina@mail.ru

Key words: architecture, EXPO, international exhibitions, hi-tech, pavilions, innovative achievements, designs, technologies.



The article considers architectural stylistic directions at the EXPO international exhibitions, in particular, in the form of varieties of high-tech style. Special attention is paid to the analysis of the architecture of exhibition pavilions in the countries of the XX–XXI centuries.

REFERENCES

1. Pavlov K. A. Mezhdunarodnye yarmarki i vystavki [International fairs and exhibitions] / Moscow : Vneshtorgizdat, 1962, 138 p.
2. Navlitskaya G. B. Osaka // Moscow : Nauka, 1983, 287 p.: il. – (Rasskazy o stranakh Vostoka).
3. Zakhа Khadid: “tvorchestvo – eto sposob osmysleniya mira”. [Zaha Hadid: “creativity is a way of understanding the world”] URL : <https://losko.ru/zaha-hadid-biography/> (data obrascheniya: 3.01.2021).
4. Shankhay-Ekspo – 2010». [Shanghai-Expo – 2010], URL: <http://designdeluxegroup.com/magazine/2010> (data obrascheniya 5.01.2021).
5. Dunaev V. Yu., Kurganskaya V. D., Shaykemelev M. S., Sartaeva R. S. Postindustrialnye trendy v strategii innovatsionnogo razvitiya Respubliki Kazakhstan [Postindustrial trends in the strategy of innovative development of the Republic of Kazakhstan] : kollektivnaya monografiya; pod obsch. red. Z. K. Shaukenovoy // Almaty : Institut filosofii, politologii i religiovedeniya, 2014. – 248 p. – ISBN 978-601-304-020-2.
6. Arkhitektura massovogo prazdnika [The architecture of a mass celebration] URL : <https://archi.ru/world/75912/arkhitektura-massovogo-prazdnika> (data obrascheniya 5.01.2021).

© **О. В. Тербикина, 2021**

Получено: 16.01.2021 г.

УДК 72.036:725.8

Е. О. ШИРОКОВА, аспирант кафедры архитектурного проектирования

ПОСТМОДЕРНИЗМ В АРХИТЕКТУРЕ ЗРЕЛИЩНЫХ ЗДАНИЙ В РЕГИОНАХ РОССИИ

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, зрелищные здания, частичный историзм, неоклассицизм, контекстуализм.

Приводится анализ зрелищных зданий в городах разных регионов России (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Казань, Екатеринбург, Новосибирск, Саров, Саранск) конца XX – начала XXI века, выполненных в стиле постмодернизм. На конкретных примерах показаны характерные черты и особенности стилистических направлений постмодернизма.

Политическая ситуация 1990-х годов в постсоветской России сформировала большое количество частных проектных организаций и мастерских, что повлекло возвращение в арсенал архитекторов индивидуального проектирования и связанных с этим поисков художественной выразительности. Постмодернизм



в настоящее время по-прежнему остается востребованным стилем во многих российских городах. Поэтому представляется важным выявить и оценить стилистические особенности, характерные черты постмодернистских произведений на примере уникальных общественных зданий, а именно культурно-зрелищных, в ряде крупных российских городов как столичных, таких как Москва, Санкт-Петербург, Казань, Саранск, так и провинциальных, таких как Нижний Новгород, Екатеринбург, Новосибирск, Саров.

Каждый регион России обладает своей идентичностью [1], которая влияет на формирование городской среды и архитектуры. В многочисленные задачи постмодернизма входит включение нового объекта в сложившуюся историческую среду. Метод средового подхода во многом оказывает влияние на стили- и формообразование уникальных зданий разных городов. Кроме этого, архитекторы-постмодернисты пользуются методом интерпретаций, который позволяет индивидуально подходить к проблеме взаимодействия с традициями в архитектуре, обращению к истории [3]. Это можно проследить на конкретных примерах, в частности на зданиях театров, которые стали активно строиться в конце XX – начале XXI вв.

Театр «Эт Сетера» в Москве, Фролов переулок, 2 (арх.: А. А. Великанов, А. В. Кузьмин, А. В. Боков, М. Бэлица, 2005 г.) является примером обращения авторов к *частичному историзму* (рис. 1 цв. вклейки). Это обусловлено тем, что театр находится в плотной исторической застройке Москвы. Здание представляет собой композицию, в которой высокий цилиндрический объем, врезанный в параллелепипед, окружен по фасадам двумя дугами нависающих эркеров [9]. Выступающие и нависающие над входом углы здания фиксируют одновременно и углы квартала. В акцентной цилиндрической башне, отдаленно напоминающей гигантскую дорическую колонну, запроектирована лестница, наверху которой располагается плоская и круглая обзорная площадка. Основной объем расчленен горизонтальным рустом и украшен вместе с эркерами большим количеством разных по форме и величине окон (квадратных, бойничных, овальных), наличников и карнизов. Часть из них ложно-декоративные, они скрывают за собой зрительный зал. Входная группа выполнена в виде стеклянного витража, разрывающего криволинейный фасад, на который накладываются две арки (расположенные друг над другом) с колоннами ионического ордера [6]. Элементы архитектуры заимствованы из разных стилей и эпох. Планировочная структура состоит из двух частей: первая более компактная и вписана в трапециевидную форму, вторая – свободная, криволинейная. Колористическое решение театра выполнено в двух цветах: основной светло-охристый цвет стен дополнен бордовыми декоративными элементами. В историческом центре Москвы появилась ярко выраженная эклектическая постройка, постмодернистская архитектура которой сразу подверглась критике за архитектурный китч и свое многоголосие.

Новая сцена Александринского театра в Санкт-Петербурге на ул. Зодчего Росси, 2 (арх. Ю. И. Земцов, М. О. Кондяин, Н. И. Поповская, 2010–2013 гг.) является примером *контекстуализма* в рамках постмодернистской направленности (рис. 2 цв. вклейки). Новый комплекс находится в историческом центре города, в непосредственной близости от здания Александринского театра. Само здание расположено во дворе, а главный вход ориентирован в сторону Фонтанки. Раньше на этом месте находились театральные мастерские XIX в. От них остались две фасадные стены, которые были отреставрированы и включены в новый объект. Вестибюльная зона приподнята над землей, давая возможность транзитного прохода

**К СТАТЬЕ Е. О. ШИРОКОВОЙ «ПОСТМОДЕРНИЗМ
В АРХИТЕКТУРЕ ЗРЕЛИЩНЫХ ЗДАНИЙ В РЕГИОНАХ РОССИИ»**

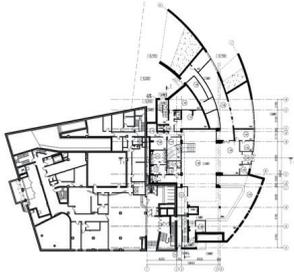


Рис. 1. Театр «Эт Сетера» в Москве (арх. А. А. Великанов, А. В. Кузьмин, А. В. Боков, 2005 г.) постмодернизм, частичный историзм

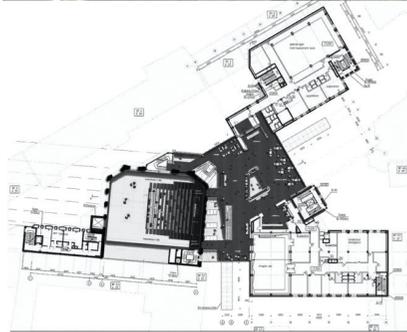


Рис. 2. Новая сцена Александринского театра в Санкт-Петербурге (арх. Ю. И. Земцов, М. О. Кондияйн, Н. И. Поповская, 2013 г.) постмодернизм, контекстуализм

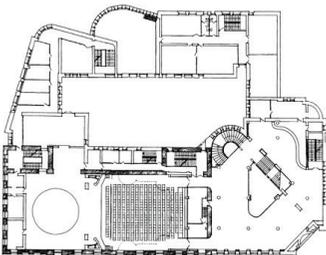


Рис. 3. Реконструкция старого здания ТЮЗ под театр «Комедия» на улице Грузинская, 23 в Нижнем Новгороде (арх. Ю. Н. Карцев, Е. А. Харитонов, В. А. Коваленко и др. 2000 г.) постмодернизм, неоклектизм

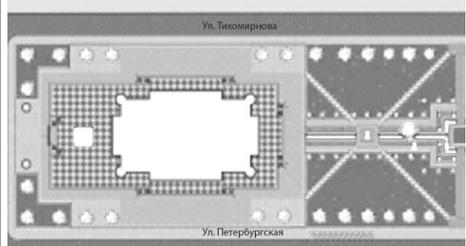


Рис. 4. Татарский театр кукол «Экият» на Петербургской улице в Казани (арх. С. А. Мамлеева, инж. Г. В. Сабирова, 2012 г.) неоклектизм

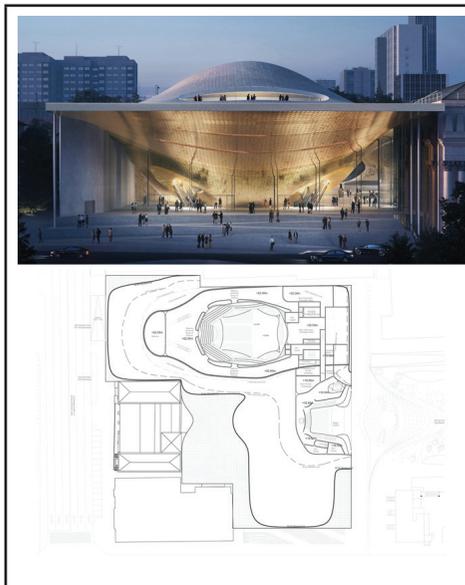


Рис. 5. Проект Свердловской филармонии на ул. Карла Либкнехта (авторский коллектив: Zaha Hadid Architects, SPEECH, theatre projects, OVI, Optimise, Marshall Day Acoustics, atelier ten, Arteza, акт II, 2018 г.) метафора

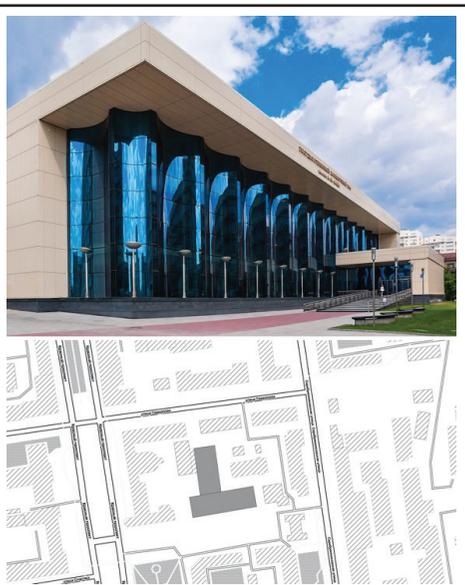


Рис. 6. Государственный концертный зал им. Арнольда Каца в Новосибирске на Красном проспекте, 18 (арх. В. Ермишкин, 2013 г.) постмодернизм, частичный историзм

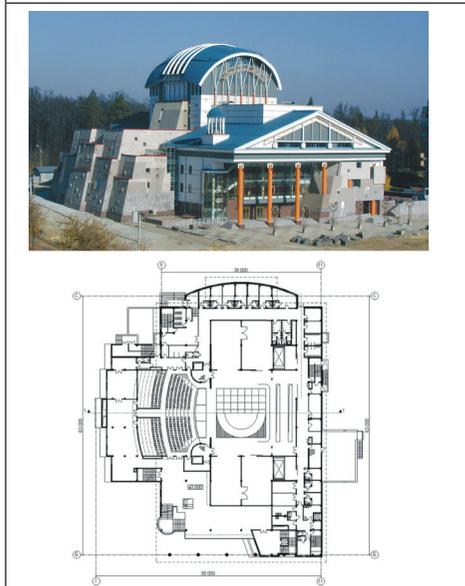


Рис. 7. Нижегородский областной драматический театр в г. Саров (арх. С. А. Тимофеев, Д. Февралев, М. Потапов, А. Пушкарев, ГИП Ю. Титов, инженер П. Жижин, 2004 г.) постмодернизм, частичный историзм и метафора

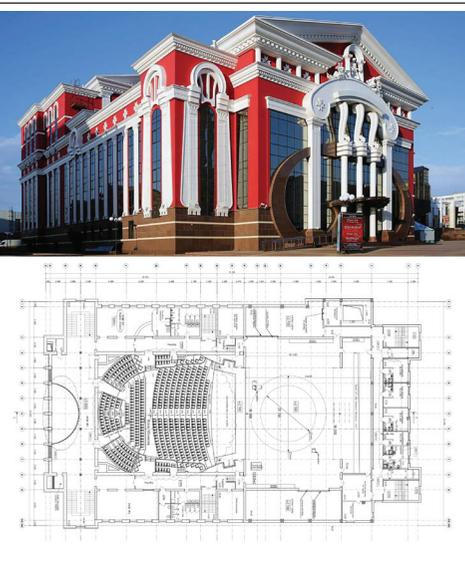


Рис. 8. Государственный музыкальный театр имени И. М. Яушева в Саранске на ул. Б. Хмельницкого, 36 (арх. С. Б. Болисов, дизайнер И. П. Щанкин, О. И. Житаева, Н. Т. Арбузов, И. В. Козин, 2011 г.) постмодернизм, частичный историзм



с улицы Зодчего Росси на Фонтанку [8]. Авторы комментируют архитектурное решение, которое «...построено на драматическом эффекте взаимодействия сохраняемого объема здания XIX века с тяжелой основательностью его старых кирпичных стен с контрфорсами и прозрачной легкостью современных стеклянных поверхностей и металлических конструкций» [5]. Здание Новой сцены достаточно бережно включается в регулярную историческую застройку. Ансамбль театра имеет трехчастную павильонную планировочную структуру, состоящую из сценической площадки, медиа-центра и учебного комплекса. Фасад, открывающийся со стороны Островского, несимметричен. С левой стороны выступающий стеклянный объем лестнично-лифтового блока украшен кирпичным декором, с правой – уравнивает фасад стеклянный объем выступающей лестницы главного входа. Дополнительные корпуса имеют скромное решение. Они выполнены в виде простых геометрических объемов в бежевой штукатурке, кирпич присутствует только в облицовке цоколя и коммуникационных блоков. Драматургическим акцентом комплекса является место соединения старого и нового (старой кирпичной стены, усиленной контрфорсами, с новым пространством современного здания) [8]. Данный пример включения новой архитектуры в историческую застройку демонстрирует позитивный эффект обновления дворового пространства. Такой результат достигается за счет тактичного отношения к исторической среде.

Реконструкция старого здания ТЮЗ под театр «Комедия» на улице Грузинская, 23 в Нижнем Новгороде (арх.: Ю. Н. Карцев, Е. А. Харитонов, В. А. Коваленко и др.), 2000 г. является примером *нового эклектизма* (рис. 3 цв. вклейки). Здание находится в историческом центре города. Театр является реконструкцией здания бывшего Коммерческого клуба XIX века. Законченный объем нового театра появился в 2000 г. Стена с богатым лепным декором, оставшаяся от прежнего здания, представляет часть уличного фасада. По классицистическому фасаду до портала тянутся пояски, где штукатурка переходит в брутальную кладку. Такая декорация напоминает о прошлом. Скошенный трехступенчатый угол прямоугольного здания, расположенного по красной линии застройки старой Грузинской улицы, ориентирован в сторону Большой Покровской улицы, обозначает главный вход в театр. Угол главного фасада решен в виде трех ступеней, зафиксированных бетонными шарами, четвертый шар располагается на высокой гранитной колонне перед входом, на котором представлена скульптура танцующей музы, богини комедии – Талии [3]. Здание театра имеет внутренний двор. В интерьере выполнены рисунки в духе Пиранези. Композиционным центром холла является одинокая палладианская колонна, высотой в три этажа. Стремление к эклектистическому украшательству наблюдается в интерьере зрительного зала [4].

Татарский государственный театр кукол «Экият» на Петербургской улице в Казани (арх. С. А. Мамлеева, инж. Г. В. Сабирова, 2012 г.) также относится к примерам *неоэклектизма* (рис. 4 цв. вклейки). Здание театра расположено в исторической зоне Суконной слободы. Название театра переводится с татарского как «сказка». Образ нового здания решен в виде «сказочного замка», выполненного в восточном стиле. Здание имеет симметричную композицию. Объем представляет собой стеклянный параллелепипед, расположенный на пьедестале, углы прямоугольного объема фиксируют цилиндрические каменные башни. Главный вход выделен выступающим объемом. Используются такие архитектурные формы, заимствованные из прошлого, как: башенки, витые колонны, рустованные углы, цветные скульптуры-игрушки, разноцветные стекла, наличники, окна различных форм и размеров. Здание театра выполнено в бежево-синей гамме, напоминает



кукольный дворец или декорацию к детскому спектаклю, что соответствует его назначению. Перед входом расположена скульптура Маленького Принца, стоящего на шаре.

Проект Свердловской филармонии на ул. Карла Либкнехта (авторский коллектив: *Zaha Hadid Architects, SPEECH, theatre projects, OVI, Optimise, Marshall Day Acoustics, atelier ten, Arteza, акт II*, 2018 г.) является примером **метафоры** в постмодернистской архитектуре. Завершить строительство объекта планируется к 2025 году. Новое здание филармонии будет расположено в историческом центре города на месте пятиэтажного жилого дома, рядом со старым зданием филармонии 1910 года. Ассоциативно здание новой филармонии напоминает гигантского кита или звуковую волну. Такая метафоричность была высоко оценена конкурсным жюри. Здание является акцентным и привлекает к себе особое внимание необычным архитектурным образом. Тем не менее оно вписано в контекст, взаимодействуя с окружением. Объем как бы обтекает исторические здания, волнообразная кровля значительно поднимается над двумя главными залами [10]. Прозрачный фронтальный экран дает возможность рассмотреть сложное внутреннее пространство. В филармонии будет пять залов, волнообразность линий в интерьере также является необходимым при проектировании акустических систем [7].

Государственный концертный зал им. Арнольда Каца в Новосибирске на Красном проспекте, 18 (арх. В. Ермишкин, 2013 г.) является примером **частичного историзма** (рис. 6 цв. вклейки). Концертный зал находится в центральной части города и имеет сложную композицию. Главный фасад представляет собой параллелепипед, в котором заглублена мощная стеклянная волна, напоминающая гигантские каннелюры. Композиция основана на модернизированных классицистических принципах, но без применения орнамента и ордерных деталей. Витраж рассечен горизонтальными переплетами. Главный вход расположен асимметрично, направляя в сторону Красного проспекта. Он выполнен выступающим глухим объемом с витражным остеклением входной группы. Филармония вписывается в сложившийся контекст места на композиционном уровне и подчиняется масштабу окружающей застройки. В отделке фасада используются композитные панели бежевого оттенка и синее зеркальное стекло, которое в вечернее время, когда внутри горит свет, демонстрирует все внутреннее пространство, которое становится частью фасада.

Нижегородский областной драматический театр в г. Сарове (арх.: С. А. Тимофеев, Д. Февралев, М. Потапов, А. Пушкарев, ГИП Ю. Титов, инженер П. Жижин, 2004 г.) является одновременно сочетанием **частичного историзма и метафоры**. Здание театра фигурально «рождается» из горы, данный момент метафорически связывается с «разломами» земной поверхности. Большое внимание уделено благоустройству. Светильники перед главным входом имеют необычную форму, они выполнены в виде металлических искусственных деревьев. Перед театром сформирована площадь, переходящая в сквер. В архитектурном наполнении театра используются формы исторических аналогов. Входная группа состоит из шестиколонного портика, в котором три колонны находятся в камне (горе). Планировочная структура создается по классическим принципам построения зрелищных зданий. Небольшая башенка со шпилем отсылает к памяти о саровском храме, в котором была сформирована театральная труппа. Завершающим объемом театра является купол в виде летящего парашюта со склона горы. Оранжевый цвет колонн тоже выбран не случайно, он напоминает



о нескольких снесенных соснах на этом участке. Умышленная театрализация архитектурных форм, гротеск и многоаспектность метафор явились особенностью архитектурного образа театра.

Государственный музыкальный театр имени И. М. Яшueva в Саранске на ул. Б. Хмельницкого, 36 (арх. С. Б. Болисов, 2011 г.) является гротескным примером **частичного историзма, а именно нео-модерна** (рис. 8). Театр находится в центре города и является реконструкцией бывшего дома политпросвещения 1935 года. Здание было расширено вглубь квартала для улучшения акустических свойств зала. Входная группа выполнена в виде огромной капители ионического ордера с национальным орнаментом мордовского народа, стоящей на двух пилястрах, между которыми три осовремененные колонны поддерживают эту конструкцию. За колоннами фоном размещено витражное остекление. На фризовой части также присутствует национальный орнамент с триглифами. Цокольная часть состоит из трех ступенчатых частей. Большое внимание уделено вечерней подсветке. План театра имеет симметричную структуру, которая отражена в объеме. В цветовом решении фасадов используются три цвета: основной бордовый с белыми декоративными элементами и коричневой стилобатной частью (эллипсом), переходящей на витраж.

Приведенные выше примеры зрелищных зданий демонстрируют большую часть направлений постмодернизма и его характерных черт [2]. Театральные и другие зрелищные здания, построенные в начале XXI века, подтверждают, что постмодернизм или новый эклектизм остается актуальным и сегодня не только в столицах, но и в других крупных городах России. Преимущественно концертные залы и театры располагаются в исторических центрах городов, являются акцентными знаковыми объектами, с выразительной объемной композицией. Постмодернизм позволяет архитекторам обращаться к формам и деталям из истории в сочетании с современностью, а также к знакам и символам, которые вызывают различные образные ассоциации. Также художественные поиски направлены прежде всего на композиционное, а порой и стилистическое взаимодействие новой архитектуры с историческим контекстом. Целью архитекторов при этом является не только достижение комфортности планировочной структуры зданий, повышение технической оснащенности, но и внимание к индивидуализации и театрализации внешнего облика, созданию образной яркой атмосферы праздника, привлекательности и респектабельности при строительстве зрелищных произведений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Есаулов, Г. В. От полистилизма к глобальному регионализму / Г. В. Есаулов. – Текст : непосредственный // Современная архитектура мира. – Москва ; Санкт-Петербург, 2012. – С. 247.
2. Добрицына, И. А. Поэтика постмодернистской архитектуры / И. А. Добрицына. – Текст : непосредственный. // Теория композиции как поэтика архитектуры. – Москва, 2002. – 568 с.
3. Орельская, О. В. Постмодернизм = Postmodernism / О. В. Орельская, А. А. Худин. – Нижний Новгород : БегемотНН, 2019. – 239 с. : ил., портр., цв. ил. – (Стили в архитектуре Нижнего Новгорода = Styles in the architecture of Nizhny Novgorod ; выпуск 3). – ISBN 978-5-6042059-1-4.
4. Сладкий Горький. Нижегородская архитектура 1985–2004 / Л. М. Сапрыкина, М. В. Игнатушко. – Нижний Новгород : Изд-во Гос. центра современного искусства, 2004. – 96 с. : ил.



5. Земцов, Ю. И. Новая сцена Александринского театра. Театрально-культурный комплекс / Ю. И. Земцов, М. О. Кондияин. – Электронные текстовые данные. – <http://www.z-k.spb.ru/>. – URL: <http://www.z-k.spb.ru/index.php/objekt/novaya-stsena-aleksandrinskogo-teatra-teatralno-kulturnyj-kompleks>, свободный (дата обращения: 10.01.2021). – Текст : электронный.
6. Ходнев, С. Снаружи, внутри Et Cetera / С. Ходнев // Коммерсантъ. – 17.11.2005. – URL: <https://et-cetera.ru/press/article/snaruzhi-vnutri-et-cetera/?year=2005> (дата обращения 10.01.2021).
7. Балашова, С. П. К 300-летию Екатеринбурга построят концертный зал филармонии по проекту бюро Захи Хадид / С. П. Балашова – Электронные текстовые данные. – 2020. – URL: <https://gge.ru/press-center/news/k-300-letiyu-ekaterinburga-postroyat-kontsertnyy-zal-filarmonii-po-proektu-zakhi-khadid/> (дата обращения 10.01.2021).
8. Бембер, И. Новая сцена в старом дворе конца XX – начала XXI века / И. Бембер. – Текст : электронный // Капитель. – 2013. – № 2 (24). – URL: <https://archi.ru/press/russia/52811/teatralno-kulturnyi-kompleks-novaya-scena-aleksandrinskogo-teatra> (дата обращения 10.01.2021).
9. Ревзин, Г. Театр «Et Cetera» / Ревзин Г. – Электронные текстовые данные. – Москва. – URL: <http://www.drumsk.ru/arch/detail.php?ID=2111> (дата обращения: 09.01.2021). – Текст : электронный.
10. Садова, П. Зал-кит / П. Садова. – Электронные текстовые данные. – 2018. – URL: <https://archi.ru/russia/80945/zal-kit>, свободный (дата обращения 10.01.2021). – Текст : электронный.

SHIROKOVA Elena Olegovna, postgraduate student of the chair of architectural design

POST-MODERNISM IN THE ARCHITECTURE OF ENTERTAINMENT BUILDINGS IN THE REGIONS OF RUSSIA

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, spectacular buildings, partial historicism, neo-eclecticism, contextualism.

The article provides an analysis of spectacular works in cities of different regions of Russia (Moscow, St. Petersburg, Nizhny Novgorod, Kazan, Ekaterinburg, Novosibirsk, Sarov, Saransk) of the late XX – early XXI century, made in the style of postmodernism. Specific examples show the characteristic features and peculiarities of the stylistic directions of postmodernism.

REFERENCES

1. Esaulov G. V. Ot polistilizma k globalnomu regionalizmu [From polystylism to global regionalism]. *Sovremennaya arkhitektura mira* [Modern architecture of the world]. Moscow; Saint-Petersburg, 2012. P. 247.
2. Dobritsyna I. A. Poetika postmodernistskoy arkhitektury [Poetics of Postmodern Architecture]. *Teoriya kompozitsii kak poetika arkhitektury* [Theory of composition as poetics of architecture]. Moscow, 2002, 568 p.
3. Orelskaya O. V., Khudin A.A. Postmodernizm [Postmodernism]. Nizhny Novgorod, BegemotNN, 2019, 239 p.: il., portr., tsv. il. - (Stili v arkhitekture Nizhnego Novgoroda [Styles in the architecture of Nizhny Novgorod ; Issue 3]). – ISBN 978-5-6042059-1-4.
4. Saprykina L. M., Ignatushko M.V. Sladkiy Gorkiy. Nizhegorodskaya arkhitektura 1985–2004 [Sweet Gorky. Nizhny Novgorod architecture 1985–2004]. Nizhny Novgorod, izd-vo



Gos. tsentra sovremennogo iskusstva, 2004, 96 p.: il.

5. Zemtsov Yu. I., Kondiayn M.O. Novaya stsena Aleksandrinskogo teatra. Teatralno-kulturny kompleks [New stage of the Alexandrinsky Theatre. Theatrical-cultural complex. URL: <http://www.z-k.spb.ru/index.php/objekt/novaya-stsena-aleksandrinskogo-teatra-teatralno-kulturnyj-kompleks> (data obrascheniya: 10.01.2021).

6. Khodnev S. Snaruzhi, vnutri Et Cetera [Outside, inside Et Cetera]. Kommersant. 17.11.2005. URL: <https://et-cetera.ru/press/article/snaruzhi-vnutri-et-cetera/?year=2005> (data obrascheniya 10.01.2021).

7. Balashova S. P. K 300-letiyu Ekaterinburga postroyat kontsertny zal filarmonii po proektu byuro Zakhi Khadid [For the 300th anniversary of Ekaterinburg, a Philharmonic concert hall will be built according to the project of the Bureau of Zaha Hadid. 2020. URL: <https://gge.ru/press-center/news/k-300-letiyu-ekaterinburga-postroyat-kontsertnyy-zal-filarmonii-po-proektu-zakhi-khadid/> (data obrascheniya 10.01.2021)

8. Bember I. Novaya stsena v starom dvore kontsa XX – nachala XXI veka [New scene in the old courtyard of the late XX – early XXI century]. Kapitel, 2013. № 2 (24). URL: <https://archi.ru/press/russia/52811/teatralno-kulturnyi-kompleks-novaya-scena-aleksandrinskogo-teatra> (data obrascheniya 10.01.2021).

9. Revzin G. Teatr "Et Cetera" [Theatre "Et Cetera"]. Moscow. URL: <http://www.drumsk.ru/arch/detail.php?ID=2111> (data obrascheniya 09.01.2021).

10. Sadova P. Zal-kit [Hall-whale]. 2018. URL: <https://archi.ru/russia/80945/zal-kit> (data obrascheniya 10.01.2021).

© **Е. О. Широкова, 2021**

Получено: 27.02.2021 г.

УДК [728.8:694] +72.036 (470.40)

Д. В. ЕЩИН, младший научный сотрудник НИС

АРХИТЕКТУРА ДЕРЕВЯННЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ Г. ПЕНЗЫ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX ВВ.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Россия, 440028, г. Пенза, ул. Титова, д. 28. Тел.: (841) 248-74-75;
эл. почта: dmi.eshchin@gmail.com

Ключевые слова: деревянное зодчество, деревянные жилые дома, архитектурный анализ, конструктивные элементы, историко-культурное наследие, памятник архитектуры.

Приведены алгоритм и результаты архитектурного анализа деревянных жилых домов конца XIX – начала XX вв. Выявлены и представлены характерные группы деревянных и смешанных жилых домов г. Пензы. Графически отражены научные исследования.

Деревянное зодчество – выдающееся проявление строительной и художественной культуры русского народа, представленной в истории мирового архитектурного наследия ценными памятниками. Интерес к деревянному историко-культурному наследию в России претерпевал изменения, которые отражали наиболее критические моменты в политической и социально-экономической жизни страны, зачастую сопровождаясь растратой культурных ценностей. Первоначально здания и сооружения не оценивались по их архитектурно-художественной и градостроительной значимости, на первый план выдвигалось их мемориальное назначение. С течением времени формировались понятия: «памятник» (конец



XVIII – начало XIX вв.), «исторические достопримечательности» (1920–1930-е гг.), «историко-культурное наследие» (1980–1990 гг.), «архитектурно-историческая среда», «культурная среда» (1990-е гг. и по сей день) [1, 2].

В середине 60-70-х годов XX в. значительно возрос интерес к памятникам деревянного зодчества, хотя изучением его отдельных разделов занимались и ранее. Термин «архитектурное наследие» стал восприниматься как объект, сохранившийся в действительно подлинном виде, имеющий историческую, художественную, научную и архитектурно-градостроительную ценность. Объекты историко-культурного наследия подразделили на объекты местного, регионального и федерального значения. В практику постепенно были внедрены профессиональные критерии его оценки: исторический, градостроительный, архитектурно-эстетический, эмоционально-художественный, научно-реставрационный, функциональный, типологический [3].

Целью данной публикации стало отражение поиска архитектурных особенностей деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX – начала XX вв.: объемно-пространственных, композиционных, планировочных (рис. 1 цв. вклейки). Научная новизна работы прослеживается в выявлении характерных групп и типов жилой архитектуры в границах исторического центра города. Алгоритм исследования был основан на выявлении, систематизации, изучении научных изданий, а также системно-графического анализа архивных материалов, электронных ресурсов, натурной фотофиксации.

Анализируя научные работы ученых, касающиеся аспектов исследования деревянного зодчества городов, отмечаем цели и задачи, которые авторы ставили перед собою [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Одной из причин различий в них, в т. ч. алгоритма исследований, кроется в наличии или отсутствии полного объема материала о деревянной архитектуре города. Это связано со степенью сохранности или утраты ценных объектов, архивных данных, наличия или отсутствия научных и краеведческих исследований данного вопроса, отношения сообщества города к историко-культурному и архитектурному наследию в целом. Например, в Пензе конца XIX – начала XX вв. бушевали пожары, в результате которых в значительной степени была утрачена деревянная историческая застройка центра. В 1858 г. уничтожены объекты центральных улиц: Селиверстовской (ныне ул. Московская), Троицкой (ныне ул. Кирова), нижний квартал ул. Лекарской (ныне ул. Володарского), а в 1901 году – 229 деревянных домовладений [12]. Проведенные натурные исследования позволяют утверждать, что из 173 домов реестра лучших образцов деревянного зодчества г. Пензы 1979 г. на 2020 г.: 1) утрачено 137 памятника местного значения (74 %); 2) сохранено 36 памятников местного значения (26 %). Это дома: 1) не подлежащие сносу или переносу (по реестру – 41 объект; сохранен – 21); 2) не подлежащие сносу и предложенные для организации музея деревянной архитектуры, этнографии и прикладного искусства (7 объектов; сохранен – 1); 3) подлежат полному переносу в музей деревянной архитектуры, этнографии и прикладного искусства (5 объектов; сохранено – 2); 4) фрагменты которых должны быть сохранены при реконструкции города или перенесены в музей (120 объектов; сохранено – 12).

Поэтому важной градостроительной и архитектурной задачей для сохранения историко-культурного наследия г. Пензы является поиск документов, позволяющих воссоздать подлинный облик деревянной архитектуры, провести ее графическую реконструкцию. Рассмотрение архитектурного наследия осуществляется в тесной связи с основными социально-культурными движениями эпохи и со скрупулезной



дифференцированной научной фиксацией всех подлинных элементов, частей и систем архитектурной среды [1].

С целью научного архитектурного анализа деревянных жилых домов города были выявлены и систематизированы материалы: о памятниках историко-культурного наследия федерального, регионального и местного значения, рядовых домов с признаками культурного наследия [12, 13, 14].

Памятниками жилой архитектуры, входящими в перечень объектов культурного наследия, расположенными на территории исторического центра г. Пензы и включенными в Единый государственный реестр объектов культурного наследия Пензенской области (памятников истории и культуры народов РФ), являются:

1) 3 объекта федерального значения: дом, в котором в 1881–1886 гг. жил В. Э. Мейерхольд (ул. Володарского, 59); дом, в котором в 1850–1866 гг. жил историк В. О. Ключевский (ул. Ключевского, 66–68); дом, в котором в 1886–1897 гг. жил хирург Н. Н. Бурденко (ул. Лермонтова, 28);

2) 12 объектов регионального значения: главный дом, флигель (ул. Бакунина, 12/ Урицкого, 103), утрачен; дома жилые (ул. Володарского, 3, 9, 11); дом, в котором в 1941 г. жила известная литовская поэтесса Саломея Нерис (ул. К. Маркса, 7); дома жилые (ул. Ключевского, 48, 55, 72); дом жилой (ул. Чкалова, 52); общежитие духовного училища (ул. Чкалова, 56); дом, в котором жила пензенская благотворительница М. М. Киселева, (ул. Красная / Чкалова, 38/53); дом жилой (ул. Красная, 69); дом жилой (ул. Куйбышева, 15), 24 (утрачен); дом, в котором в конце 1850-х – начале 1860-х годов собирался демократический кружок, членом которого был И. Н. Ульянов (ул. Куйбышева, 20); городская усадьба (ул. Куйбышева, 45); дом жилой (ул. Лермонтова, 13);

3) 1 объект местного значения: дом жилой, конец XIX – начало XX вв., (ул. Gladkova, 24).

К памятникам культурного наследия местного значения г. Пензы относят деревянные и смешанные жилые дома, представленные 173 объектами – лучшими образцами деревянного зодчества по реестру «Лучших образцов деревянного зодчества г. Пензы», составленного Отделом по делам строительства и архитектуры Пензенского Горисполкома и утвержденного от 16.10.1979 г. [1].

На основе выявления, систематизации, осмысления и анализа научных исследований архитектурно-градостроительных, декоративно-художественных особенностей городов Поволжья и Сибири, а также системно-графического анализа архивных материалов, электронных ресурсов, натурной фотофиксации застройки г. Пензы был сформирован алгоритм исследования деревянной жилой архитектуры Пензы конца XIX – начала XX вв. [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

В границах исследования деревянные жилые дома г. Пензы были проанализированы на основе алгоритма, приведенного графически (рис. 1 цв. вклейки).

В результате обобщенного архитектурного анализа, включающего в себя выявленные основные объемно-пространственные, композиционные, конструктивно-планировочные особенности, представленные видами, типами и подтипами деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX – начала XX вв., были выделены 7 основных характерных укрупненных групп (рис. 2, 3, 4 цв. вклейки).

К группе 1 были отнесены дома: 1-этажные деревянные, на каменном цоколе, с двухскатной кровлей и фронтоном завершением, трех-, четырехоконные в виде компактного параллелепипеда, с симметрично-осевым плоскостным решением главного фасада; с пристроем, вынесенным или заглубленным от линии застройки, возможно, с асимметрично-осевым плоскостным решением и входом с главного

К СТАТЬЕ Д. В. ЕЩИНА
«АРХИТЕКТУРА ДЕРЕВЯННЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ Г. ПЕНЗЫ
КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX ВВ.»

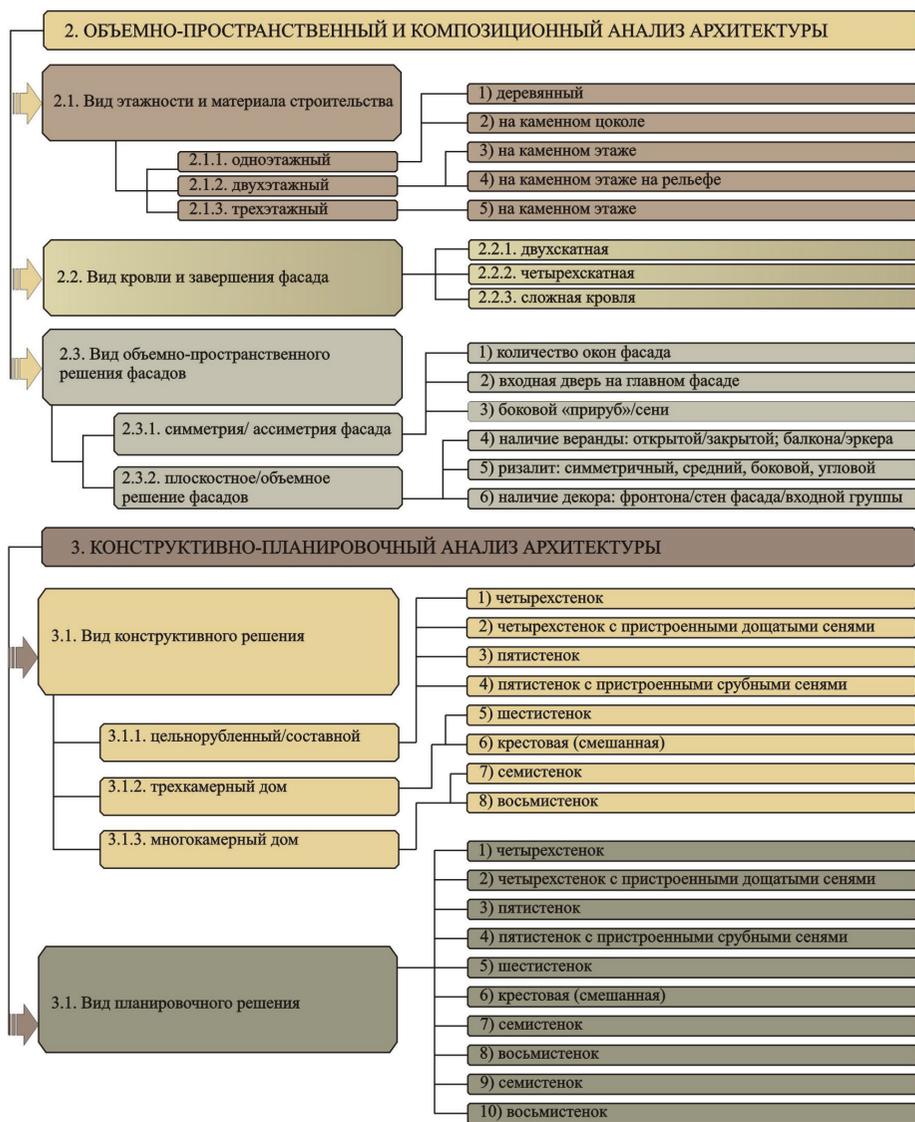


Рис. 1. Алгоритм архитектурного анализа деревянного жилого дома г. Пензы

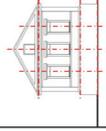
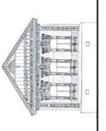
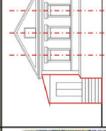
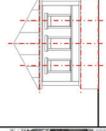
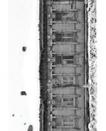
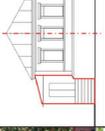
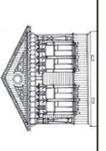
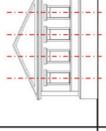
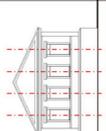
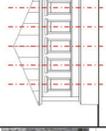
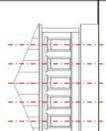
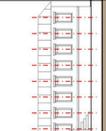
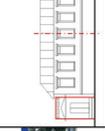
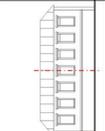
ГРУППА	ОПИСАНИЕ / ТИП	ФОТОФИКАЦИЯ И ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАВНОГО ФАСАДА ОБЪЕКТА	ФОТОФИКАЦИЯ И ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАВНОГО ФАСАДА ОБЪЕКТА	ФОТОФИКАЦИЯ И ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАВНОГО ФАСАДА ОБЪЕКТА
1.	<p>1-эт. деревянный дом с каменной цоколем, фронтоном, замкнутым, компактно расположенным крыльцом и главному фасаду, отнесен к типу 1.</p>			
				
	<p>1-эт. деревянный дом с каменной цоколем и фронтоном, замкнутым, компактно расположенным крыльцом и главному фасаду, отнесен к типу 2.</p>			
				
	<p>1-эт. деревянный дом с каменной цоколем и фронтоном, замкнутым, компактно расположенным крыльцом и главному фасаду, отнесен к типу 3.</p>			
				
2.	<p>1-эт. деревянный дом с 4-х скатной крышей и 7-м, 8-м этажами в виде парапета, отнесен к типу 4.</p>			
				
	<p>1-эт. деревянный дом с 4-х скатной крышей и 3-м, 4-м этажами в виде парапета, отнесен к типу 5.</p>			
				
	<p>1-эт. деревянный дом с 4-х скатной крышей и 3-м, 4-м этажами в виде парапета, отнесен к типу 6.</p>			
				

Рис. 2. Группы 1 и 2 деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX – начала XX вв.

ГРУППА	ОПИСАНИЕ / ТИП	ФОТОФИКСАЦИЯ И ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАВНОГО ФАСАДА ОБЪЕКТА			
3.	1-эт., деревянный, 4х4 скатной кровлей и завершением вальмовой крышей с высоким фронтоном. Крыша с высоким фронтоном в виде торцевально симметричного двускатного с симметричными шпаксовыми решениями главного фасада. Относительно линии застройки и с центральным входом				
	ТИП 7. 2-эт., деревянный, 6-4х скатной кровлей, большого окованый в шпале главного фасада. Симметрично- торцевально-прожектное широкая окованый в шпале главного фасада. Овальный выступающий откос измеряется по главному входу				
4.	2-эт., деревянный, на каменном цоколе, симметрично или асимметрично 4х4 скатной кровлей, 5-7м, 7м, 8 м окованый в шпале горизонтально-прожектное широкая окованый в шпале главного фасада. Торцевой формой отрезной верандой или балконом по главному фасаду				
	ТИП 8. 2-эт., деревянный, на каменном цоколе, завершение 3-х, 4-х, 5-ти окованый с угловым или выступающим откосом с линии застройки широкая окованый в шпале главного фасада				
5.	2-эт., деревянный, с 4х4 скатной кровлей, 4х4, 6-ти, 8-ти окованый в виде торцевально-прожектного оследа. Широкая окованый в шпале главного фасада. Широкая окованый в шпале линии застройки				
	ТИП 10.				

Рис. 3. Группы 3-5 деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX – начала XX вв.

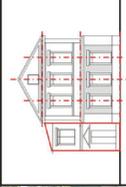
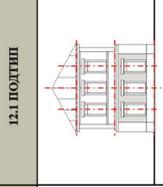
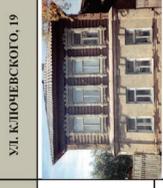
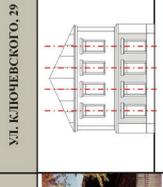
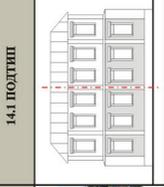
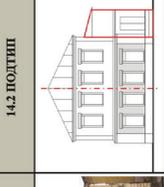
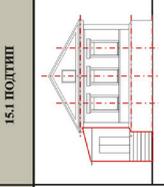
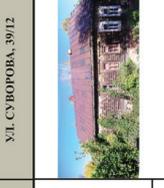
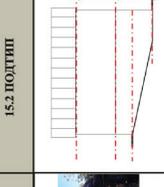
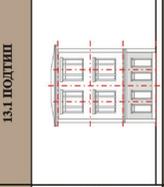
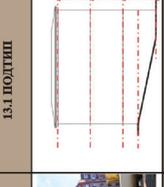
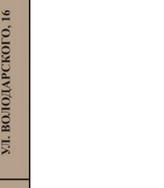
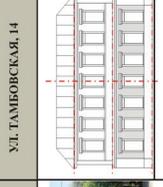
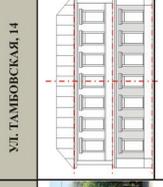
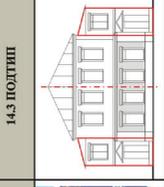
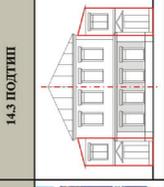
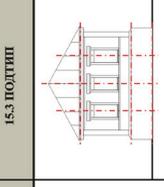
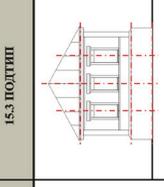
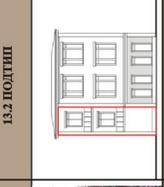
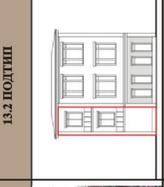
ГРУППА	ОПИСАНИЕ / ТИП	ФОТОФИКСАЦИЯ И ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАВНОГО ФАСАДА ОБЪЕКТА	ФОТОФИКСАЦИЯ И ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАВНОГО ФАСАДА ОБЪЕКТА	ФОТОФИКСАЦИЯ И ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАВНОГО ФАСАДА ОБЪЕКТА	ФОТОФИКСАЦИЯ И ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАВНОГО ФАСАДА ОБЪЕКТА
6.	3-эт. деревянный, на каменном фундаменте, 5-2-х скатной кровлею и фронтонным 2-х оконный и в виде компактного выступающего откоса по линии выступающего откоса по линии плоскостным решением, бюрократическим с главного фасада				
	ТИП 12. 2-эт. деревянный, на каменном фундаменте, 4-4-х скатной кровлею и завершением вальмой, компактно-откосной в виде параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				
	ТИП 14. 2-эт. деревянный, на каменном фундаменте, завершением вальмой, компактно-откосной в виде параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				
	ТИП 15. 2-эт. деревянный, 4-х скатная 2-х оконный и 1-этажный по параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				
	ТИП 13. 3-эт. деревянный, на каменном фундаменте, завершением вальмой, компактно-откосной в виде параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				
	ТИП 16. 3-эт. деревянный, на каменном фундаменте, завершением вальмой, компактно-откосной в виде параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				
7.	3-эт. деревянный, на каменном фундаменте, завершением вальмой, компактно-откосной в виде параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				
	ТИП 14. 2-эт. деревянный, на каменном фундаменте, завершением вальмой, компактно-откосной в виде параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				
	ТИП 15. 2-эт. деревянный, на каменном фундаменте, завершением вальмой, компактно-откосной в виде параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				
	ТИП 13. 3-эт. деревянный, на каменном фундаменте, завершением вальмой, компактно-откосной в виде параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				
	ТИП 16. 3-эт. деревянный, на каменном фундаменте, завершением вальмой, компактно-откосной в виде параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				
	ТИП 15. 2-эт. деревянный, на каменном фундаменте, завершением вальмой, компактно-откосной в виде параллельной с главным фасадом выступающей по линии застройки				

Рис. 4. Группы 6 и 7 деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX – начала XX вв.



фасада. Примерами 1-й группы являются объекты по: ул. Чкалова, 11; наб. р. Пензы, 23; ул. Ключевского, 66; ул. Красная, 4, 6; ул. Гладкова 24; ул. Суворова, 24 (рис. 2 цв. вклейки).

К группе 2 были отнесены дома: 1-этажные деревянные, на каменном цоколе, с четырехскатной кровлей и завершением вальмой, 3-8-оконные в виде компактного или горизонтально протяженного параллелепипеда; с симметрично-осевым плоскостным решением фасада; с пристроем, вынесенным или заглубленным от линии застройки; со входом с главного фасада, или с 1-2 входами относительно центральной оси фасада; с возможным наличием светелки на кровле. К группе 3 были отнесены дома: объекты по: ул. Гоголя, 20, 33; наб. р. Пензы, 21; Революционная, 21; ул. Володарского 59; ул. Богданова 56; ул. Володарского 3; Ключевского 48; Красная, 69, 70 (рис. 2 цв. вклейки).

К группе 3 были отнесены дома: 1-этажные или 2-этажные деревянные на каменном цоколе; с 4-скатной сложной кровлей и завершением вальмой; возможным наличием башенки; чаще 6-, 8- или многооконные в виде горизонтально протяженного параллелепипеда; с симметрично-осевым или асимметрично-плоскостным решением главного фасада; с пристроем, заглубленным или выходящим относительно линии застройки; с возможным объемным решением главного фасада с центральным или боковым ризалитом, с открытым балконом и закрытой верандой над боковым главным входом. Примерами 3-й группы являются объекты по: ул. Володарского, 9; ул. Володарского, 11 (рис. 3 цв. вклейки).

К группе 4 были отнесены деревянные жилые дома с мезонином: 1-этажные, деревянные на каменном цоколе; с симметрично или асимметрично расположенным мезонином; четырехскатной кровлей с завершением вальмой; 5-, 7-, 8-оконные; в виде горизонтально-протяженного параллелепипеда; с плоскостным или объемным решением главного фасада; с наличием входа, возможно открытой верандой или балконом по главному фасаду (рис. 3 цв. вклейки). Характерным примером является дом по ул. Куйбышева, 45.

К группе 5 были отнесены дома: 2-этажные, деревянные на каменном цоколе; с двухскатной кровлей и завершением фронтоном; с четырехскатной кровлей с завершением вальмой; в виде компактного параллелепипеда 3-5-оконные; в виде горизонтально-протяженного параллелепипеда 4-6-8-оконные; с пристроем, заглубленным или выходящим относительно линии застройки; с симметрично-осевым, плоскостным решением главного фасада (рис. 3 цв. вклейки). Примерами 5-й группы являются объекты по: ул. Ключевского, 39; ул. Кураева, 32; ул. Гоголя, 34; ул. Чкалова, 56.

К группе 6 были отнесены дома: 2-этажные на каменном этаже; с двухскатной кровлей и завершением фронтоном; четырехскатной кровлей и завершением вальмой; 3-8-оконные в виде компактного или горизонтально протяженного параллелепипеда; с симметрично-осевым плоскостным решением главного фасада; с пристроем или без пристроя, с заглубленным или вынесенным относительно линии застройки, с 1 или 2 входами с главного фасада (рис. 4 цв. вклейки). Примерами 6-й группы являются объекты по: ул. Богданова, 24; ул. Ключевского, 37; ул. Ключевского 77, 72; ул. Ключевского 55; Куйбышева 15, 20; К. Маркса, 7.

К группе 7 были отнесены дома: двух- или трехэтажные деревянные на рельефе, на каменном (полуподвальном) этаже; с двух- или четырехскатной кровлей; трехконный или более; одно или двухэтажный по главному фасаду в виде компактного параллелепипеда, с симметрично-осевым плоскостным



решением главного фасада; без пристроя или с пристроем и входом; с возможным открытым балконом или закрытой верандой по главному фасаду. Примерами 7-й группы являются объекты по: ул. Троицкая, 33 (ныне Кирова); ул. Чкалова 52.

Проведенное по архитектурному критерию исследование деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX – начала XX вв. продолжило изучение деревянного зодчества края.

Историко-культурное наследие г. Пензы, воплотившееся в деревянных жилых объектах, не должно быть утрачено. Несомненно, актуальную культурную ценность деревянной жилой застройки города можно выявить только с опорой на комплексные исследования, восполняющие недостаток научных данных о деревянном зодчестве г. Пензы и дополняющие страницы истории архитектуры Поволжья и России [15].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-312-90013/19.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ешин, Д. В. Особенности деревянной жилой архитектуры города Пензы XIX – начала XX вв. : научно-квалификационная работа / Д. В. Ешин ; Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. – Пенза, 2020. – 186 с. – Текст : непосредственный.
2. Ешин, Д. В. Историко-градостроительные особенности формирования деревянной жилой застройки Пензы / Д. В. Ешин. – Текст : непосредственный // Architecture and Modern Information Technologies (Архитектура и современные информационные технологии) АМИТ. – 2019. – № 1 (46). – С. 56–72.
3. Вавилонская, Т. В. Стратегия обновления архитектурно-исторической среды : монография / Т. В. Вавилонская ; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – Самара : Самарский гос. архитектурно-строит. ун-т, 2008. – 369 с. : ил., табл., цв. ил. – ISBN 978-5-585-0290-5. – Текст : непосредственный.
4. Айдаров, Р. С., Архитектурно-пространственная организация деревянной жилой застройки Казани второй половины XIX – начала XX веков : 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Айдаров Равиль Сайярович ; [Место защиты : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет]. – Нижний Новгород, 2009. – 211 с. – Текст : непосредственный.
5. Грачева, Е. Е., Архитектура деревянных и каменно-деревянных жилых домов Нижнего Новгорода XIX – начала XX вв. : 05.23.20 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Грачева Елена Евгеньевна ; [Место защиты : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет]. – Нижний Новгород, 2014. – 192 с. – Текст : непосредственный.
6. Ешин, Д. В., Жилые деревянные дома города Пензы XIX – начала XX вв. и проблема сохранения наследия / Д. В. Ешин, Е. Г. Лапшина. – Текст : непосредственный // IOP Conf. Series : materials Science and Engineering. – 2020. – 775 p.
7. Карелин, Д. В. Деревянное и каменное жилое домостроительство Западной Сибири: второй половины XVIII – начала XX вв. : 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Карелин Дмитрий Викторович ; Новосибирская государственная архитектурно-художественная академия. – Новосибирск, 2006. – 190 с. – Текст : непосредственный.
8. Куликова, И. В. Архитектура деревянного доходного дома города Томска: вторая половина XIX – начало XX вв. : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Куликова Ирина Владимировна ; Новосибирская государственная архитектурно-художественная академия. – Новосибирск, 2006. – 160 с. – Текст : непосредственный.
9. Кокшаров, А. С. Традиции классицизма в жилой деревянной застройке Костромы



второй половины XIX – начала XX вв. : 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Кокшаров Александр Сергеевич ; [Место защиты : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет]. – Нижний Новгород, – Нижний Новгород, 2007. – 144 с. – Текст : непосредственный.

10. Сысоева, Е. А. Особенности деревянной архитектуры Самары конца XIX – начала XX веков : 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Сысоева Елена Александровна ; [Место защиты : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет]. – Нижний Новгород, 2009. – 162 с. – Текст : непосредственный.

11. Черная, Ю. Д. Каменно-деревянная архитектура Самары конца XIX – начала XX веков : 05.23.20 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Черная Юлия Дмитриевна ; [Место защиты : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет] – Нижний Новгород, 2011. – 192 с. – Текст : непосредственный.

12. Дворжанский, А. И. Топонимика Пензы. История пензенских улиц. Улица Московская / А. И. Дворжанский, И. С. Шишкин. – Москва : Локус Станди, 2012. – 496 с. – ISBN-978-5-906674-02-9. – Текст : непосредственный.

13. Всероссийское общество охраны памятников истории и культуры. – URL: <http://www.vooripk.ru/our-heritage/status-cultural-heritage/> (дата обращения: 15.02.2021). – Текст : электронный.

14. Еремеев, С. Н. Деревянное зодчество Пензы / С. Н. Еремеев. – Пенза : Типография ИП Попова М. Г., 2015. – 740 с. : ил., цв. ил., портр., планы. – Текст : непосредственный.

15. Ещин, Д. В. Архитектурно-художественные элементы фасада деревянных жилых домов конца XIX – начала XX вв. / Д. В. Ещин. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 1 – С. 191–198.

ESCHIN Dmitry Vadimovich, junior researcher of, research sector

ARCHITECTURE OF WOODEN RESIDENTIAL BUILDINGS IN PENZA OF LATE XIX – EARLY XX CENTURY

Penza State University of Architecture and Construction
28, Titov St., Penza, 440028, Russia. Tel.: +7 (841) 248-74-75;
e-mail: dmi.eshchin@gmail.com

Key words: wooden architecture, wooden residential buildings, architectural analysis, structural elements, historical and cultural heritage, architectural monument.

The article presents an algorithm and results of an architectural analysis of wooden residential buildings of the late XIX – early XX century. The characteristic groups of wooden and mixed residential buildings in Penza have been identified and presented. Scientific research is graphically reflected.

REFERENCES

1. Eschin D. V. Osobennosti derevyannoy zhiloy arkhitektury goroda Penzy XIX – nachala XX vv. [Features of the wooden residential architecture of the city of Penza in the XIX – early XX centuries]: nauchno-kvalifikatsionnaya rabota, Penzen. gos. un-t arkh. i str.-va. Penza, 2020, 186 p.

2. Eschin D. V. Istoriko-gradostroitelnye osobennosti formirovaniya derevyannoy zhiloy zastroyki Penzy [Historical and urban development features of wooden residential buildings in Penza city], Архитектура и современные информационные технологии [Architecture and Modern Information Technologies] AMIT. – 2019. – № 1 (46). – P. 56–72.

3. Vavilonskaya T. V. Strategiya obnovleniya arkhitekturno-istoricheskoy sredy [The strategy of updating the architectural and historical environment]: monografiya; Samar. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Samara, 2008, 368 p. : il., tabl., tsv. il. – ISBN 978-5-585-0290-5.



4. Aydarov R. S. Arkhitekturno-prostranstvennaya organizatsiya derevyannoy zhiloy zastroyki Kazani vtoroy poloviny XIX – nachala XX vekov [Architectural and spatial organization of the Kazan wooden residential built up area in the second half of the XIX – beginning of the XX centuries]. 18.00.01 : diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2009, 211 p.
5. Grachyova E. E. Arkhitektura derevyannykh i kamenno-derevyannykh zhilykh domov Nizhnego Novgoroda XIX – nachala XX vekov [The architecture of wooden and stone-wooden residential buildings in Nizhny Novgorod in the 19th and early 20th centuries] : diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2011, 192 p.
6. Eschin D. V., Lapshina E. G. Zhilye derevyannye doma goroda Penzy XIX – nachala XX vv. i problema sokhraneniya naslediya [Wooden houses of Penza Town of the 19th – early 20th centuries and the problem of heritage preservation], IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020, 775 p.
7. Karelin D. V. Derevyannoe i kamennoe zhiloe domostroitelstvo Zapadnoy Sibiri vtoroy poloviny XIX – nachala XX vv [Wooden and stone residential construction of Western Siberia of the second half of the XIX – beginning XX centuries] : diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury / Novosibir. gos. arkhitektur.-khudozh. akademiya. Novosibirsk, 2006, 190 p.
8. Kulikova I. V. Arkhitektura derevyannogo dokhodnogo doma goroda Tomsk: vtoraya polovina XIX – nachalo XX vv. [Architecture of a wooden apartment building in the city of Tomsk: second half of the 19th – early 20th centuries] : diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury / Novosibir. gos. arkhitektur.-khudozh. akademiya. Novosibirsk, 2006, 160 p.
9. Koksharov A. S. Traditsii klassitsizma v zhiloy derevyannoy zastroyke Kostromy vtoroy poloviny XIX – nachala XX vv. [The traditions of classicism in residential wooden buildings in Kostroma of the second half of the XIX – early XX centuries] : diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2007, 144 p.
10. Sysoeva E. A. Osobennosti derevyannoy arkhitektury Samary kontsa XIX – nachala XX vekov [Features of the wooden architecture of Samara of late XIX – early XX centuries] : diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2009, 162 p.
11. Chyornaya Yu. D. Kamennno-derevyannaya arkhitektura Samary kontsa XIX – nachala XX vekov [Stone-wooden architecture of Samara at the end of the XIX – beginning of the XX centuries] : diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2011, 192 p.
12. Dvorzhanskiy A. I., Shishkin I. S. Toponimika Penzi. Istoriya penzenskikh ulits. Uliza Moskovskaya. [Toponymy of Penza. History of the Penza streets. Moskovskaya street], Moscow : Lokus Standi, 2012, 496 p. – ISBN-978-5-906674-02-9.
13. Vserossiyskoe obschestvo okhrany pamyatnikov istorii i kulturi [All-Russian Society for the Protection of Historical and Cultural Monuments] – URL: [http://www.voopik.ru/our-heritage/status-cultural-heritage/\(data obrascheniya: 15.02.2021\)](http://www.voopik.ru/our-heritage/status-cultural-heritage/(data obrascheniya: 15.02.2021)).
14. Ereemeev S. N. Derevyannoe zodchestvo Penzy [Wooden architecture of Penza]. – Penza : Tipografiya IP Popova M. G., 2015. – 740 p. : il., tsv. il., portr., plany.
15. Eschin D. V. Arkhitekturno-khudozhestvennye elementy fasada derevyannykh zhilykh domov kontsa XIX – nachala XX vv. [Architectural-artistic elements of the facade of wooden residential houses of the end of XIX – the beginning of the XX century]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. aarkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2020, № 1. P. 191–198.

© Д. В. Ещин, 2021

Получено: 06.03.2021 г.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 725.381.3

Н. С. САПРЫКИНА, д-р архитектуры, доц., зав. кафедрой градостроительства

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ ГАРАЖЕЙ В РОССИИ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

ООО (ЧУ) Академия «МУБиНТ»

Россия, 150999, г. Ярославль, ул. Советская, д. 80.

Тел.: 8-800-700-16-00, доб. 2510; эл. почта: saprykinans@edu.mubint.ru

Ключевые слова: этап, развитие, архитектура, гараж, XX век, стиль, типологический вид.

Выявляются и анализируются этапы развития архитектуры нового типа зданий – гаражей – в первой половине XX века на территории России. Впервые дается оценка-сравнение особенностям эволюции гаражного строительства в столицах и провинциальных городах страны.

Новый типологический вид зданий для хранения и обслуживания автомобилей стал активно развиваться в России в XX веке.

На первом этапе, в дореволюционное время, проектирование и строительство зданий для хранения автомобилей было явлением редким, преимущественно осуществлялось в Санкт-Петербурге и Москве. Архитектура гаражей отличалась актуальной стилистикой, отвечающей специфике размещения их в структуре застройки, а также требованиям времени и моды, так как они возводились исключительно людьми высокого статуса и достатка. Наиболее известными дореволюционными постройками являются здания комплекса Императорского гаража в Царском Селе. Первое из них было выполнено в духе «движения искусств и ремесел» (арх. С. Данини, 1906 г.), второе здание было построено в 1908 г. и решено в стиле модерн (арх. В. А. Липский). Последнее здание – «Белый гараж» – в стиле неоклассицизма было возведено в 1913 г. (арх. А. К. Миняев) [1]. В Санкт-Петербурге известно здание гаража таксомоторного общества (арх. В. В. Фридлейн, 1910 г.) в стиле модерн, а также выделяются два многоэтажных многоместных автомобильных гаража фирмы К. Л. Крюммеля, характеризующиеся оригинальным формообразованием и рационалистической трактовкой фасадов [2].

Примерами г. Москвы являются контора с гаражом «Общества моторов Даймлер» (арх. В. К. Олтаржевский, 1910 г.) и гараж во владении М. Я. Ручкина (проект М. Рябинына, 1908 г.), фасады которых были оформлены в стиле модерн; а также первый многоэтажный гараж «Экипажно-автомобильной фабрики П. П. Ильина» в духе краснокирпичной фабрично-заводской архитектуры рубежа XIX–XX веков (гражд. инж. Н. Г. Лазарев, 1908–1909 гг.) [3].

В провинциальных городах России в это время встречаются в основном отдельные примеры строительства боксового типа гаражей в составе городских усадеб богатых предпринимателей, фабрикантов, промышленников и высокопоставленных особ. Известны постройки гаражей манежного типа на Юге России, в частности гараж Одесского автомобильного общества (арх. Э. Я. Меснер, инж. Х. Я. Скведер, 1912 г.) и Императорский гараж на 25 машин в Ливадии (Крым) (Г. П. Гущин, 1910–1911 гг.), отличающийся неоклассической



трактовкой архитектуры [4].

Дореволюционные здания гаражей по объемно-планировочному решению были в основном небольшой вместимости, часто включали в себя (помимо зоны или боксов хранения машин) жилые, конторские, вспомогательные, складские и другие помещения. В зависимости от этажности объектов эти функции распределялись по горизонтали или вертикали. Форма их планов, как правило, была простой геометрии, определялась конфигурацией территории, а также техническими возможностями инженерных решений коммуникаций.

Второй этап в 1920-е гг. определил новый вектор развития гаражного строительства. Перенос столицы в Москву дал мощный импульс активному строительству новых типов зданий преимущественно на ее территории. Сначала размещение крупных автомобильных хозяйств потребовало приспособления существующих зданий и сооружений под новую функцию. С увеличением количества автотранспорта понадобилось строительство новых специализированных объектов. С этой целью была создана в 1924 г. Комиссия при ЦУМТ НКПС по выработке норм и проектированию типовых автомобильных гаражей. Она разработала несколько проектов разной вместимости и этажности, но они практически не отличались новизной решений по сравнению с дореволюционным опытом [3]. Качественные изменения архитектуры гаражей наметились во второй половине 1920-х гг., когда в творчестве стало преобладать авангардное направление – конструктивизм. Новые здания гаражей, как и все проекты конструктивистов, были решены в соответствии с функционально-технологическими задачами и отличались выразительным формообразованием. Выдающимся автором многих уникальных построек в Москве был К. С. Мельников. В ряду его ранних творений выделяются здание гаража для автобусов на Бахметьевской ул. (1926–1928 гг.) и гараж для грузовых автомашин Моссовета на Новорязанской ул. (1926–1929 гг.), проекты которых создавались совместно с инженером В. Ф. Шуховым [5]. В них металлоконструкции оригинально сочетаются с кирпичной кладкой. Также был построен ряд оригинальных гаражей в Москве по проекту и других менее известных авторов: архитекторов П. Д. Моргунова, А. А. Дмитриева, инженеров В. Д. Цветаева, Л. Н. Давидовича и др. [3].

Гаражи данного периода, как правило, состояли из двух-трех функциональных частей: стоянки манежного типа, мастерских, административной и вспомогательной частей. Группировка зон могла иметь модификации размещения: в едином корпусе, в самостоятельных отдельно стоящих или пристроенных объемах. Сооружения имели разную величину, этажность и количество пролетов. Конструктивные решения были простые, однотипные, с использованием кирпича и дерева. Участок, как правило, учитывал возможности расширения гаражей и пристройки новых пролетов.

В провинциальных городах в это время многоместные гаражи практически не строились, так как конный вид транспорта все еще преобладал над автомобильным. В проектах конца 1920-х гг. на генпланах еще появлялись такие названия, как «каретник», «каретный сарай» вместо слова «гараж». Как и в столицах, встречаются примеры маломестных гаражей для машин спецназначения, например, скорой помощи [6] (рис. 1 и 2 цв. вклейки). В развивающихся промышленных городах, где появлялся общественный транспорт, грузовые машины, под гаражи приспособлялись здания складов, мастерских, сараев и даже церквей. Данная тенденция сохранилась и в 1930-е гг. (рис. 3 цв. вклейки). Редким примером глубокой реконструкции является гараж треста «Автодвижение» в г. Свердловске, который размещался в бывших хозяйственных постройках усадьбы Баландина

К СТАТЬЕ Н. С. САПРЫКИНОЙ «ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ ГАРАЖЕЙ В РОССИИ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА» *

Примеры маломестных гаражей специализированного назначения в г. Москве



Рис. 1. Гараж центральной подстанции Скорой помощи (Склиф.) (фото 1930 г.)



Рис. 2. 4-я подстанция Скорой помощи на Брянской улице (фото 1936 г.)

Примеры приспособления / реконструкции существующих объектов под гаражи



Рис. 3. Гараж городского автобусного хозяйства в Тамбове. 1938 (бывш. Народный дом 1909–1910 гг.)



Рис. 4. Автобусный гараж (бывш. усадьба Баландина) в г. Свердловске. 1926–1929 гг. Инж. В. В. Кохманский и др.

Примеры гаражей в стиле конструктивизма в провинции



Рис. 5. Автобусный гараж в г. Ростове-на-Дону. 1934 г.



Рис. 6. Здание гаража в г. Свердловске (Комплекс спец. обл. больницы). 1931–1938 гг. Арх. Г. А. Голубев и др.

*Фотографии зданий (рис. 1–8, 11–12) приведены из открытых интернет-источников; фотографии (рис. 9–10) предоставлены О. В. Орельской и С. И. Тараевым

Примеры гаражей в г. Ленинграде и г. Москве в стиле постконструктивизма



Рис. 7. Гараж ЛСПО на Московском пр. 1931–1937. Арх. Э. М. Хевелев и инж. А. И. Алексеев



Рис. 8. Гараж ЦИК СССР и ВЦИК. 1934–1941. Арх. М. А. Минкус, Л. В. Варзар, инж. Л. Н. Давидович

Примеры гаражей Поволжья, выполненных в стиле постконструктивизма



Рис. 9. Здание гаража в г. Нижнем Новгороде. 1934–1935 гг. Арх. В. А. Орельский



Рис. 10. Гараж на 25 автомашин в г. Ярославле. 1935–1938 гг. Арх. И. Н. Дубов

Примеры гаражей в г. Ленинграде в стиле неоклассицизма



Рис. 11. Автопарки на ул. Рощинской. Административный корпус. 1953–1955. Арх. Э. М. Хевелев



Рис. 12. Автопарки на ул. Рощинской. Корпус стоянки. 1953–1955. Арх. Э. М. Хевелев

(инж. В. В. Кохманский, 1926 г.) (рис. 4 цв. вклейки). Архитектура в стиле раннего конструктивизма предусматривала увеличение габаритов строений простого прямоугольного очертания для размещения 12 автобусов. В 1928–1929 гг. к зданию гаража была осуществлена пристройка фактически идентичного объема (архитекторы И. Ф. Нейман, Д. М. Агеев) [7].

Третий этап. Строительство гаражей в 1930–1940-х гг. стало повсеместным в России и было связано с активным промышленным строительством и со значительным увеличением автопарка грузовых машин [8]. Если проектирование в столице в это время сосредоточилось в основном на формировании многоэтажного типа гаража большой вместимости, то в провинции проектирование и строительство гаражей только начиналось. Их объемно-планировочная структура определялась, как правило, относительно малым количеством машиномест, соответствовала возможностям и потребностям конкретного ведомства и предприятия.

В 1931 г. в Москве был организован специализированный проектный институт Гипроавтотранс, который стал вести научно-исследовательскую и проектную деятельность в области гаражного строительства [3]. Постепенно стал накапливаться опыт по проектированию и строительству подобных объектов в нашей стране, началась подготовка норм проектирования. При этом проекты гаражей оставались преимущественно индивидуальными, несмотря на то, что был выработан целый ряд стандартных планировочных и технологических схем. В 1930-х гг. в Москве и Ленинграде был спроектирован и построен целый ряд выдающихся архитектурных сооружений известных авторов: М. А. Минкуса, К. С. Мельникова, В. И. Курочкина, Л. Н. Давидовича, П. Д. Моргунова, П. Г. Капланского, Э. М. Хевелева, А. И. Алексеева и др. (рис. 7–8 цв. вклейки). Они отличались репрезентативными фасадами, решенными в классических пропорциях, с использованием стилизованных элементов ордерных систем (позже с классическими ордерными формами), крупных окон-витражей, фактурных вставок на аттиках и межэтажных простенках.

Выбор площадок для размещения зданий гаражей определялся новыми требованиями времени, а также расположением предприятий и ведомств, к которым они относились. Если первые появившиеся гаражи в Москве и Санкт-Петербурге находились близко к гражданской застройке или в ее структуре, то с 1930 г. участки под гаражи выбирались вдали от селитебной застройки и чаще всего в структуре промышленной или буферной зон, так как были изданы «Правила размещения автомобилей» с целью «упорядочения правил строительства гаражей». Эти правила исходили из установки, что места стоянок приравнивались к «огнеопасным производственным участкам» [9].

В крупных городах России также начались поиски собственных индивидуальных решений в соответствии с тенденциями времени. Многие гаражи еще отличались доминированием конструктивистского начала над неоклассическим в оформлении, так как их проектирование пришлось на первую половину 1930-х гг. Примерами являются здания автобусного парка в Ростове-на-Дону (1934 г.) и гаража в комплексе областной больницы спецназначения в Свердловске (совр. Екатеринбург), построенный на ул. 8 Марта в 1931–1938 гг. по проекту архитекторов Г. А. Голубева, Н. И. Жеманова, И. А. Югова [10] (рис. 5–6 цв. вклейки).

В г. Горьком (совр. Нижнем Новгороде) в 1935 году было построено здание гаража на 25 машин для автомашин Крайкома в стиле постконструктивизма (арх. В. А. Орельский), с использованием темы «красной» или «пролетарской дорики» архитектора И. А. Фомина, почитателем таланта которого был автор проекта [11].



В соответствии с конфигурацией выделенного участка здание было решено прямоугольным в плане и акцентировано выступающим с запада угловым элементом (рис. 9 цв. вклейки). Гараж Крайкома размещался в непосредственной близости от административного здания на территории Кремля (вблизи Георгиевской башни), что было обусловлено его особым статусом.

Гараж на 25 автомашин в г. Ярославле был спроектирован и построен архитектором И. Н. Дубовым в 1935–1938 гг. (рис. 10 цв. вклейки). Выбор площадки рядом с территорией нового завода СК вдоль Тутаевского шоссе (пр. Октября) был предопределен принадлежностью к заводу. Здание Т-образной конфигурации в плане состояло из двух пристроенных корпусов: двухэтажного прямоугольного с закругленными торцами и одноэтажного. Первый объем – административно-вспомогательного назначения, второй – стоянка и мастерские. Главной темой фасадов в стиле постконструктивизма стал метрический ритм лопаток, который завершался карнизом и аттиком с карнизом. Основной принцип главного фасада – симметрия [12].

На современном этапе сведений о проектировании и строительстве гаражей в провинциальных городах в 1930–1940 гг. очень мало. К сожалению, многие объекты советского наследия ввиду своей утилитарной функции (бани, прачечные, гаражи и др.) не воспринимаются чиновниками как архитектурные произведения, не являются памятниками культурного наследия, поэтому бесследно исчезают с территории населенных мест.

Четвертый этап начался в 1939 г., когда были установлены «Единые требования по устройству гаражей и стоянок» при введении государственных гаражных правил [13]. В этом документе, наряду с указаниями по строительству и эксплуатации, впервые были изложены обязанности заказчиков по возведению гаражей и автостоянок, что сказалось на определенной схожести последующих проектных разработок. Разрешалось строительство гаражей только по типовым проектам. Возможны были исключения, когда по особым соображениям требовался индивидуальный проект, но и он проектировался лишь с применением типовых конструктивных элементов. Планировочные и конструктивные решения оставались практически идентичными довоенному периоду, в большей степени соответствуя требованиям стандартизации, унификации и типизации [14]. Фасады административных корпусов гаражных комплексов, выстроенных до середины 1950-х гг., оформлялись декором сравнительно активно, корпуса стоянок – более просто, напоминая рационалистические решения 1920-х. Несмотря на типовые объемно-планировочные решения, здания могли отличаться некоторыми деталями орнаментов, рельефов, цветовым решением, а с середины 1950-х гг. – упрощенным вариантом декоративного оформления или полным отказом от декора и даже штукатурки. Показательным примером является ряд построек середины 1950-х гг. в Ленинграде по Витебскому пр., ул. Роцинской, ул. Елизарова на основе типовых проектов архитектора Э. М. Хевелева (рис. 11–12 цв. вклейки). Со второй половины XX века гаражи уже перестали быть редким и оригинальным видом зданий и сооружений в СССР.

Вывод: Этапы развития архитектуры зданий гаражей с начала и до середины XX века отличаются стилистическими предпочтениями, функциональной программой и спецификой размещения на территории. Данный тип зданий в досоветский период преимущественно получил развитие на территории г. Санкт-Петербурга, в советский – г. Москвы. В провинциальных городах России строительство гаражей было единичным в первой половине столетия, что



повышает ценность сохранившихся образцов на территориях городов ввиду их редкости и уникальности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шурыгина, О. С. Автомобильные гаражи фирмы К. Л. Крюммеля как атрибут модернизации Санкт-Петербурга начала XX века / О. С. Шурыгина. – Текст : непосредственный // Архитектурное наследие. – Москва ; Санкт-Петербург, 2016. – Выпуск 64. – С. 222–235.

2. Кириков, Б. М. Архитектура Ленинградского авангарда. Путеводитель / Б. М. Кириков, М. С. Штиглиц ; под общей редакцией Б. М. Кирикова. – Изд. 3-е, с изменениями. – Санкт-Петербург : Коло, 2012. – 312 с. : ил. – ISBN 978-5-901841-63-1. – Текст : непосредственный.

3. Шурыгина, О. С. Гаражи Москвы: автомобильная архитектура 1900–1930-х годов / О. С. Шурыгина. – Москва : Арт Гид, 2020. – 384 с. : ил. – ISBN 978-5-6043944-4-1. – Текст : непосредственный.

4. Шурыгина, О. С. Автомобильный гараж как новый тип сооружения в отечественной архитектуре конца XIX – начала XX в. (второй половины 1890-х – 1917 гг.) / О. С. Шурыгина. – Текст : непосредственный // Архитектурное наследие. – Москва ; Санкт-Петербург, 2014. – Вып. 61. – С. 240–253.

5. Хан-Магомедов, С. О. Константин Мельников / С. О. Хан-Магомедов. – Москва : Стройиздат, 2007. – 298 с. : ил. – (Мастера архитектуры). – ISBN 5-9647-0108-6. – Текст : непосредственный.

6. История: 1923-1940. – Текст : электронный // Волгоградская областная клиническая больница № 1 : официальный сайт. – URL: <https://vokb1.ru/about/history> (дата обращения: 15.04.2021).

7. Акт Государственной историко-культурной экспертизы выявленного объекта культурного наследия (г. Екатеринбург, 02 марта 2020 года). – Текст : электронный // Управление государственной охраны объектов культурного наследия Свердловской области : официальный сайт. – URL: https://okn.midural.ru/sites/default/files/expertiza/2020/gike_charaeva.pdf (дата обращения: 15.04.2021).

8. Создание новой отрасли. – Текст : электронный // Компас в Мире Машин и Машиностроения. – URL: http://www.avtomash.ru/pred/muzei_a/1918/1918-3.html (дата обращения: 15.04.2021).

9. Из истории гаражного строительства. – URL: <http://www.garageoctober.ru/history.htm> (дата обращения: 15.04.2021). – Текст : электронный.

10. Здание гаража (Комплекс Областной больницы спецназначения). – Текст : электронный // The Constructivist project – URL: <http://theconstructivistproject.com/ru/object/1101/zdanie-garazha-kompleks-oblastnoj-bolnicy-specnaznacheniya> (дата обращения: 15.04.2021).

11. Орельская, О. В. Конструктивизм / О. В. Орельская. – Нижний Новгород : БегемотНН, 2020. – 240 с. : ил. – ISBN 978-5-6042059-8-3. – Текст : непосредственный.

12. Всероссийское общество охраны памятников истории и культуры. Ярославское областное отделение : официальный сайт. – URL: http://www.voopik.ru/region/detail.php?ELEMENT_ID=242 (дата обращения: 15.04.2021). – Текст : электронный.

13. Рекомендации по проектированию паркингов, гаражей и гаражных комплексов – Текст : электронный // Инвестиционные строительные проекты. Архитектура. Проектирование домов. Готовые проекты : сайт. – URL: http://www.project.bulgaria-burgas.ru/project-garage_advice.htm (дата обращения: 15.04.2021).

14. Хевелев, Э. М. Проектирование городских гаражей / Э. М. Хевелев. – Ленинград : Госстройиздат, 1961. – 184 с. – Текст : непосредственный.



SAPRYKINA Natalya Sergeevna, doctor of architecture, associate professor, holder of the chair of urban development

STAGES OF DEVELOPMENT OF GARAGE ARCHITECTURE IN RUSSIA IN THE FIRST HALF OF THE XX CENTURY

Academy "MUBiNT"

80, Sovetskaya St., Yaroslavl, 150999, Russia. Tel.: +7 800 700 1600, ext. 2510;

e-mail: saprykinans@edu.mubint.ru

Key words: stage, development, architecture, garage, 20th century, style, typological view.

The article identifies and analyzes the stages of development of architecture of a new type of garage buildings in the first half of the twentieth century in Russia. For the first time, an assessment and comparison of the features of the evolution of garage construction in the capitals and provincial cities of the country is given.

REFERENCES

1. Shurygina O. S. Avtomobilnye garazhi firmy K.L. Kryummelya kak atribut modernizatsii Sankt-Peterburga nachala XX veka [Car garages of K.L. Krummel as an attribute of modernization of St. Petersburg at the beginning of the 20th century] // *Arkhitekturnoye nasledstvo* [Architectural heritage]. Moscow; Saint-Petersburg, 2016. Issue 64. P. 222–235.
2. Kirikov B. M., Stieglitz M. S. Arkhitektura Leningradskogo avangarda [The architecture of the Leningrad avant-garde]. Putevoditel / pod obschey red. B. M. Kirikova. – Izd. 3-e, s izmen. – Saint-Petersburg : Kolo, 2012. – 312 p.: ill. – ISBN 978-5-901841-63-1.
3. Shurygina O. S. Garazhi Moskvy: avtomobilnaya arkhitektura 1900-1930-kh godov [Moscow garages: automotive architecture 1900-1930s]. – Moscow: Art Gid, 2020, 384 p.: ill. – ISBN 978-5-6043944-4-1.
4. Shurygina O.S. Avtomobilny garazh kak novy tip sooruzheniya v otechestvennoy arkhitekture kontsa XIX – nachala XX v. (vtoroy poloviny 1890-kh – 1917 gg.) [Automobile garage as a new type of building in the Russian architecture of the late 19th – early 20th centuries (second half of the 1890s – 1917)] // *Arkhitekturnoye nasledstvo* [Architectural heritage]. Moscow; Saint-Petersburg, 2014. Issue 61. P. 240–253.
5. Khan-Magomedov S. O. Konstantin Melnikov [Konstantin Melnikov]. – Moscow: Stroyizdat, 2007. – 298 p.: ill. – (Mastera arkhitektury). – ISBN 5-9647-0108-6.
6. Istoriya: 1923-1940 [History: 1923–1940] // *Volgogradskaya oblastnaya klinicheskaya bolnitsa № 1*. – URL: <https://vokb1.ru/about/history/> (data obrascheniya: 15.04.2021).
7. Akt Gosudarstvennoy istoriko-kulturnoy ekspertizy vyyavlenogo obekta kulturnogo naslediya / g. Yekaterinburg 02 marta 2020 g. [Act of the State Historical and Cultural Expertise of the Identified Cultural Heritage Site / Yekaterinburg March 02, 2020] // *Upravlenie gosudarstvennoy okhrany obektov kulturnogo naslediya Sverdlovskoy oblasti* / URL: https://okn.midural.ru/sites/default/files/expertiza/2020/gike_chapaeva.pdf (data obrascheniya: 15.04.2021).
8. Sozdanie novoy otrasli [Creation of a new industry] // *Kompas v Mire Mashin i Mashinostroeniya* [Compass in the World of Machines and Mechanical Engineering] / URL: http://www.avtomash.ru/pred/muzei_a/1918/1918-3.html (data obrascheniya: 15.04.2021).
9. Iz istorii garazhnogo stroitelstva [From the history of garage construction]. URL: <http://www.garageoctober.ru/history.htm> (data obrascheniya: 15.04.2021).
10. Zdanie garazha (Kompleks Oblastnoy bolnitsy spetsnaznacheniya) [Garage building (Complex of the Regional Hospital for Special Purpose)] // *The Constructivist project*. – URL: <http://theconstructivistproject.com/ru/object/1101/zdanie-garazha-kompleks-oblastnoj-bolnitsy-specnaznacheniya> (data obrascheniya: 15.04.2021).
11. Orelskaya O. V. Konstruktivizm [Constructivism]. – Nizhny Novgorod: BegemotNN,



2020, 240 p.: il. – ISBN 978-5-6042059-8-3.

12. Vserossiyskoe obshchestvo okhrany pamyatnikov istorii i kultury [All-Russian Society for the Protection of Historical and Cultural Monuments]. Yaroslavl'skoe oblastnoe otdeleniye – URL: http://www.voopik.ru/region/detail.php?ELEMENT_ID=242 (data obrascheniya: 15.04.2021).

13. Rekomendatsii po proektirovaniyu parkingov, garazhey i garazhnykh kompleksov [Recommendations for the design of parking lots, garages and garage complexes] // Investitsionnye stroitelnye proekty. Arkhitektura. Proektirovanie domov [Investment construction projects. Architecture. Designing buildings] / URL: http://www.project.bulgaria-burgas.ru/project-garage_advice.htm (data obrascheniya: 15.04.2021).

14. Khevelev E. M. Proektirovanie gorodskikh garazhey [Designing city garages]. – Leningrad: Gosstroyizdat, 1961, 184 p.

© Н. С. Сапрыкина, 2021

Получено: 13.02.2021 г.

УДК 725.381.3

Е. В. МАЛЫШЕВА, ст. преп. кафедры архитектуры жилых и общественных зданий

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНЫХ АВТОСТОЯНОК

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244.

Тел.: +79276955379; эл. почта: mal-92@ua.ru

Ключевые слова: устойчивая мобильность, повторное использование, адаптивная автостоянка, жизненный цикл.

Рассмотрены проблемы, вызванные неконтролируемым ростом уровня автомобилизации. Отмечена необходимость перехода к устойчивым транспортным системам и формирование доступной и комфортной городской среды. Проведен анализ зарубежного опыта как по реновации и повторному использованию существующих автостоянок, так и по строительству адаптируемых. Выявлены типологические особенности проектирования автостоянок с возможностью их последующей адаптации.

Во второй половине XX века многие города проектировались с учетом активного использования личных транспортных средств. Автомобиль считался символом современности, мобильности и развития. Были построены автомагистрали, расширены улицы, организованы места хранения автотранспортных средств. Именно транспортная инфраструктура и типы передвижения во многом формируют облик современных населенных пунктов. С активным ростом уровня автомобилизации городов появились новые проблемы, связанные со снижением эффективности транспортной инфраструктуры из-за более медленного ее развития по отношению к уровню автомобилизации [1]. Также рост уровня автомобилизации увеличивает спрос на парковочные места, что создает проблемы с рациональным землепользованием особенно в центральных и жилых районах городов. С 1980-х гг. активная автомобилизация начинает восприниматься негативно и в некоторых городах применяются меры по ограничению автомобильного движения.

В это же время наблюдается тенденция к отказу от существующих парковок



и их реновация под другие функции [2]. Например, в 1990-е гг. жители Берна потребовали сократить количество парковок в центре города. Был проведен референдум, постановивший больше не строить многоуровневые паркинги и ограничить число автостоянок в составе новых жилых зданий, при этом представители бизнес-сообществ и Торговой палаты выступили с возражениями. В 1997 г. удалось достигнуть компромисса: общее число автостоянок решили оставить неизменным, но их число в надземных этажах требовалось постепенно сократить. Это предполагало в том числе поэтапную трансформацию существующих многоуровневых наземных паркингов. В 2010 г. в центральном бернском квартале Брайтенрайн многоуровневый паркинг “*Lowen Garage*” был превращен в многоквартирный жилой дом. По проекту бюро *Burckhardt+Partner* с севера к зданию паркинга пристроили новый объем, повторяющий этажность и материалы фасада реконструируемого объекта. На первом и втором этажах мастерские и торговые помещения гаража превратились в таунхаусы. Реконструкция была осуществлена благодаря гибкой каркасной конструктивной схеме паркинга. Высота первого этажа (более 3 м) позволила разместить там как жилые помещения, так и объекты торговли, услуг и досуга. В будущем назначение этих помещений может легко меняться с жилого на нежилое и обратно [3].

Построенный в 1949 г. гараж “*Knightley’s*” в городе Уичито штата Канзас был основным акцентом городской застройки. Он был построен в стиле модерн во время послевоенного бума автомобилестроения. Гараж был открыт 24/7, 365 дней до начала 1980-х гг. В течение следующих десятилетий до 2016 г. он стоял пустым, пока компания *Bokeh Development* не выкупила здание. В том же году гараж был занесен в Национальный реестр исторических мест, и началась его реконструкция, которая продлилась чуть больше двух лет. Гараж был преобразован в жилой комплекс, впоследствии получивший название “*Broadway autopark apartments*” (рис. 1 цв. вклейки). В рамках реконструкции 500 парковочных мест были преобразованы в 44 квартиры класса люкс. На верхних четырех этажах пятиэтажного гаража располагаются квартиры с парковочными местами. Каждая апартаменты имеют одну спальню, полноразмерную кухню и террасу с видом на Бродвей. На первом этаже жилого комплекса расположены общественные пространства, доступные для всех жителей: круглосуточный фитнес-центр, груминг и комната для отдыха. Также на первом этаже располагаются офисы и коммерческие помещения [4].

Адаптация многоуровневого гаража “*Peckham Levels*”, построенного в 1980-х гг. в оживленном районе юго-востока Лондона, вызвала ряд сложностей из-за низких потолков, наклонных плит перекрытий, низкой несущей способности конструкций здания. Впоследствии архитектор проекта О’Брайен сказал: «Если бы нас попросили спроектировать парковку сейчас, мы бы предложили заказчикам и инженерам запроектировать паркинг с высокими потолками и достаточной несущей способностью каркаса для дальнейшей адаптации» (рис. 2 цв. вклейки).

На первом уровне паркинга расположился кинотеатр, средние этажи занимают общественные пространства и рабочие места, на верхнем этаже предусмотрена сезонная аренда для баров и патио. Реконструкция паркинга не предполагала серьезных изменений, поскольку бюджет реконструкции был ограничен и составлял около 42 долл. за квадратный фут. Проектные решения коснулись наружных ограждающих конструкций и установки необходимых инженерных систем, поэтому на полу осталась разметка парковочных мест, ДСП панели разделили пространство на рабочие зоны, а коридор освещается через прозрачные



поликорбонатовые панели [5].

В эпоху бурных экономических, политических, социальных, экологических и технических изменений жизненный цикл объектов городской инфраструктуры становится все короче, поскольку при создании учитываются только текущие проблемы и пути их решения. В последние годы наблюдается активное развитие автоматизированных технологий. По прогнозам аналитиков консалтинговой компании *Pwc*, к 2040 г. в большинстве крупных городов мира появятся полностью автономные, то есть не требующие вмешательства человека, в том числе в качестве водителя, транспортные системы. В связи с этим существуют исследования, которые прогнозируют в будущем уменьшение потребности в местах хранения автомобилей [6, 7].

Современный опыт успешных в части транспортного планирования городов показывает, что комплексное решение городских транспортных проблем невозможно лишь посредством наращивания автомобильной инфраструктуры. В глобальном докладе ООН о населенных пунктах «Планирование и обеспечение устойчивого городского движения: устойчивые рекомендации» говорится о необходимости смены способов передвижения: за счет повышения доли общественного транспорта и немоторизованных способов передвижения (велосипед, пешая прогулка) и снижения количества поездок на личном транспорте [8].

В связи с мировыми тенденциями, направленными на сокращение количества личных транспортных средств, появляются здания с паркингами, запроектированные с возможностью последующей адаптации [9]. Владельцы таких зданий считают, что дополнительные затраты на строительство окупятся в будущем. Жилой комплекс “*Lincoln Station*”, построенный в 2017 г. компанией *Camden Property Trust*, демонстрирует определенные взгляды на текущий рынок и будущие тенденции. Здание парковки построено таким образом, что в будущем может быть преобразовано в квартиры. В чистоте высота потолков паркинга составляет 3,1 м на первом этаже и 2,9 м на трех этажах выше, шаг колонн – 8,2 м. Стоимость строительства паркинга была выше по сравнению с обычным примерно на 5 %. В будущем, когда арендаторы жилого здания будут меньше нуждаться в парковочных местах, паркинг будет преобразован в жилой дом (рис. 3 цв. вклейки).

В структуру инновационного центра “*9th Avenue Parkade*”, запроектированного архитектурным бюро “5468796”, встроены паркинг на 510 парковочных мест. Данный паркинг обслуживает новую библиотеку Ист-Вилиджа и местные предприятия. На первом и втором этажах находится инновационный центр, который представляет собой многофункциональные пространства для местных производителей и предпринимателей. На пяти верхних уровнях располагается паркинг, запроектированный с возможностью переоборудования в будущем в жилые и коммерческие помещения.

Вертикальное перемещение в паркинге осуществляется по полукруглой рампе. Конструкция рампы запроектирована таким образом, что первый уровень легко демонтируется, а верхние уровни, имеющие уклон всего 2 %, будут переоборудованы в сегментированные террасы. Несущие конструкции рассчитаны с учетом их дальнейшей реновации под жилые или коммерческие функции. Высота потолков паркинга составляет от 3,8 до 4,3 м. По предварительным оценкам строительство подобного здания превышает свою стоимость на 10 %.

Наибольшие сложности возникают при адаптации подземных паркингов. В проекте многофункционального здания “*Parcel K*”, запроектированного в

К СТАТЬЕ Е. В. МАЛЫШЕВОЙ
«ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
АДАПТИВНЫХ АВТОСТОЯНОК»

Φ5.2 > Φ1.2 Φ4.3



Рис. 1. "Broadway autopark apartments", Уичито, США

Φ5.2 > Φ2.2 Φ3.1 Φ3.2 Φ4.3



Рис. 2. "Peckham Levels", Лондон

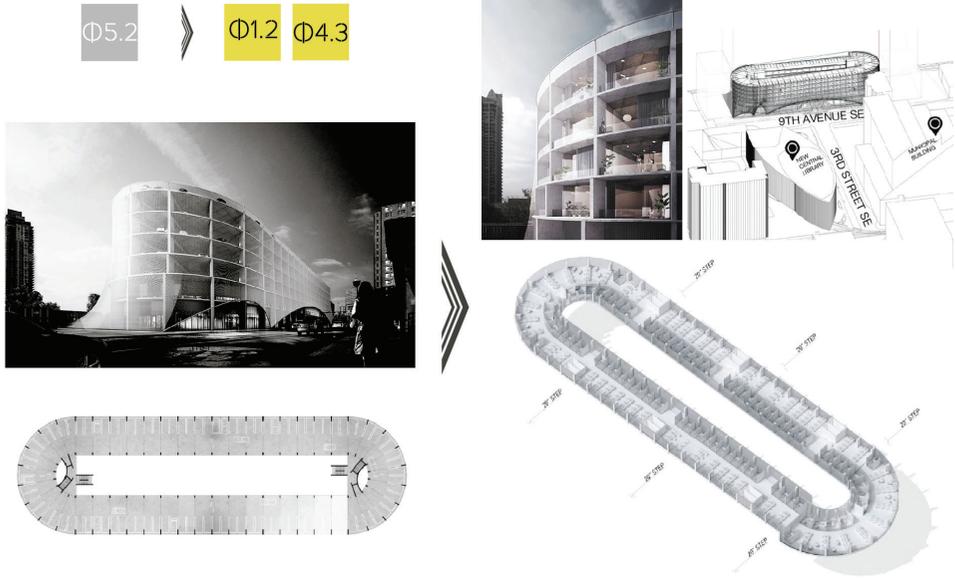


Рис. 3. “9th Avenue Parkade”, Калгари, Канада



Рис. 4. “Parcel K”, адаптируемый подземный паркинг, Бостон



2015 г. студией “Arrowstreet”, архитектор отказался от трехуровневого подземного паркинга в пользу более гибкого решения. Сокращение количества этажей паркинга до одного позволило снизить расходы на строительство примерно на 18 миллионов долларов. В проекте предусмотрен одноэтажный подземный паркинг, вмещающий от 197 до 420 парковочных мест (рис. 4 цв. вклейки), что достигается за счет компактных автоматизированных подъемников с гидравлическим приводом.

Применение подобных устройств позволяет увеличить емкость парковки за счет размещения одного автомобиля над другим. Высота этажа паркинга увеличена до 4,7 м. Проект предусматривает сценарий, по которому в будущем часть паркинга можно будет объединить с надземной частью здания для формирования двусветного пространства и переоборудовать его под другие функции [8–10].

Срок службы многих автостоянок, проектируемых в настоящее время, составляет около 50–75 лет. С учетом развития транспортной структуры, модернизации и совершенствования видов передвижения в будущем потребность в автостоянках может значительно снизиться. Для застройщика нерационально строить здания, обладающие относительно быстрым моральным износом. Некоторые утверждают, что проще и дешевле снести существующее здание и построить новое, соответствующее текущим требованиям. Как показывает зарубежный опыт, адаптация некоторых существующих наземных паркингов возможна, но осложнена рядом факторов и требует определенных финансовых затрат. Потенциал повторного использования существующих подземных автостоянок гораздо ниже. В современной практике при проектировании автостоянок необходимо учитывать уникальные потребности конкретного места как текущие, так и прогнозируемые на будущее.

Вывод: Анализ мирового опыта показывает, что проектирование автостоянок с учетом их дальнейшей адаптации является наиболее дальновидным и эффективным решением как с экономической, так и с экологической точек зрения. При проектировании адаптивных автостоянок необходимо учитывать ряд объемно-планировочных, конструктивных и инженерных особенностей. Среди них можно выделить следующие: габариты автостоянки в плане, высота этажа, возможность будущей адаптации вертикальных коммуникаций в паркинге, обеспечение эвакуации и системы пожаротушения, расчет полезной нагрузки несущих конструкций с учетом последующей адаптации, тип конструктивной системы, возможность последующего монтажа инженерных систем и коммуникаций, легко демонтируемые или адаптируемые фасадные решения паркинга. Применение подобных проектных решений увеличит стоимость строительства в среднем на 5–10 %, но при этом снизит эксплуатационные затраты и расходы, необходимые для последующей модернизации автостоянки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Rodrigue, J. *The Geography of Transport Systems* / J. Rodrigue, S. Comtois, B. Slack. – New York : Routledge, 2017. – P. 269–271.
2. Сагинова, О. В. Мобильность в городе: перспективы и тенденции развития / О. В. Сагинова, Ю. Л. Сагинов // *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. – 2019. – Т. 9. – № 2А. – С. 176–185.
3. Conversion and extension housing development Breitenrainstrasse. – URL: <https://www.swiss-architects.com/en/burckhardtandpartner-basel/project/> (дата обращения: 15.11.2020).
4. Broadway autopark apartments. – URL: https://sheldenarchitecture.com/portfolio_item/broadway-parking-garage/ (дата обращения: 15.11.2020).



5. Marshall, T. Future of Highways / T. Marshall. – London : ARUP, 2014. – С. 5–21.
6. Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements 2013. – URL: <https://unhabitat.org/planning-and-design-for-sustainable-urban-mobility-global-report-on-human-settlements-2013> (дата обращения: 15.11.2020).
7. Malysheva, E. Impact of Automated Vehicles on urban form / E. Malysheva // IOP Conf. Series : materials Science and Engineering. – 2020. – № 753(2).
8. Continuing Education: Innovations in Parking Garages. – URL : <https://www.architecturalrecord.com/articles/13928-continuing-education-innovations-in-parking-garages> (дата обращения: 15.11.2020).
9. Pandya, S. Adaptive reuse of parking garages / S. Pandya. – Alexandria : International Parking & Mobility Institute, 2016. – С. 40–43.
10. Малышева, Е. В. Особенности устойчивого развития паркингов / Е. В. Малышева, Н. А. Калинкина. – Текст : непосредственный // Градостроительство и архитектура. – 2016. – № 4 (25). – С. 103–106.

MALYSHEVA Evgeniya Valerevna, senior teacher of the chair of architecture of residential and public buildings

SPECIFIC FEATURES OF DESIGNING ADAPTIVE PARKING SPACES

Samara State Technical University

244, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443100, Russia. Tel.: +7 927 6955379;

e-mail: mal-92@ya.ru

Key words: sustainable mobility, reuse, adaptive parking, life cycle.

The article discusses problems caused by uncontrolled growth of the level of motorization. The need for transition to sustainable transport systems and formation of an accessible and comfortable urban environment is highlighted. The analysis of foreign experience in both renovation and reuse of existing parking lots, and construction of adaptable ones is carried out. Typological specifics of parking lot design with the possibility of their subsequent adaptation are revealed.

REFERENCES

1. Rodrigue J., Comtois S., Slack B. The Geography of Transport Systems. New York, Routledge, 2017. P. 269–271.
2. Saginova O. V., Saginov Yu. L. Mobilnost v gorode: perspektivy i tendentsii razvitiya [Mobility in the city: prospects and development trends]. Economics: Yesterday, Today and Tomorrow. 2019. T. 9. – № 2A. P. 176–185.
3. Conversion and extension housing development Breitenrainstrasse. URL: <https://www.swiss-architects.com/en/burckhardtandpartner-basel/project/> (data obrascheniya: 03.11.2020).
4. Broadway autopark apartments. URL: https://sheldenarchitecture.com/portfolio_item/broadway-parking-garage/ (data obrascheniya: 03.11.2020).
5. Marshall T. Future of Highways. London, ARUP, 2014. P. 5–21.
6. Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements 2013. URL: <https://unhabitat.org/planning-and-design-for-sustainable-urban-mobility-global-report-on-human-settlements-2013> (data obrascheniya: 03.11.2020).
7. Malysheva E. Impact of Automated Vehicles on urban form. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2020, 753(2).
8. Continuing Education: Innovations in Parking Garages. URL: <https://www.architecturalrecord.com/articles/13928-continuing-education-innovations-in-parking-garages> (data obrascheniya: 03.11.2020).



9. Pandya S. Adaptive reuse of parking garages. Alexandria, International Parking & Mobility Institute, 2016. P. 40–43.

10. Malysheva E. V., Kalinkina N. A. Osobnosti ustoychivogo razvitiya parkingov [Features of sustainable development of parking lots]. Gradostroitelstvo i arkhitektura [Urban planning and architecture], 2016, № 4 (25). P. 103–106.

© **Е. В. Малышева, 2021**

Получено: 05.12.2020 г.

УДК 7.012

Н. А. ГОГОЛЕВА, канд. архитектуры, проф. кафедры дизайн-проектирования и изобразительных искусств

ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИИ В СТРУКТУРЕ ДИСЦИПЛИН ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

Тел.: (831) 433-03-91; эл. почта: design-nngasu@mail.ru

Ключевые слова: изобразительное искусство, композиция, целостность, выразительность, взаимосвязь, пропорции, структура.

Рассмотрены вопросы: формально-композиционного построения художественного полотна при обучении на архитектурно-дизайнерских специальностях; последовательного развития мышления студента и подготовки к усвоению теоретических понятий по основам композиционного построения художественного произведения.

Утверждение, что композиция не подлежит научно-методическому обоснованию, тем более странно, что, как правило, композиция произведения любого вида изобразительного искусства, в том числе и живописи, заранее обдумывается. Основы изучения рисунка и живописи тесно смыкаются с законами композиции.

А. Дейнека

В художественных вузах композицию изучают как предмет, с помощью которого овладевают законами и взаимосвязями между элементами художественной формы, между содержанием и формой – законами, обуславливающими создание художественного целого. Композиция – способ организации материала искусства. Под материалом в данном случае подразумевается не только физическая масса – глина, краски, карандаш, слово и т. д., но и сюжет, идея, натура – все что, будучи преобразовано актом творчества, создает художественное произведение в его конечной художественной форме.

Если рассматривать форму как конечный результат творческого процесса переработки и преодоления материала, в котором этот материал располагается по законам художественного построения, то композиция как раз и является тем способом, тем законом художественного построения, без которого невозможно создание формы, то есть законченного художественного произведения.

Композиция – важнейший организующий элемент художественной формы,



придающий произведению единство и целостность.

Композиция включает в себя такие понятия как: формообразование, форма, геометрический вид, конструкция, масса, силуэт.

Операция перевода общих установочных положений композиции в систему практической деятельности должна быть изначально продемонстрирована педагогом на примерах. Нарастание сложности композиционного мышления следует вводить постепенно, что позволит избежать неудач, сопряженных с одновременной увязкой композиционных параметров. Изучение каждого теоретического понятия следует проводить на разных видах художественного моделирования и как можно большем количестве изобразительных средств, неукоснительно демонстрируя, что означенное теоретическое положение универсально и имеет свою силу вне зависимости от содержания и техники исполнения замысла.

Исходным и наиболее общим понятием композиции, стоящим над всеми остальными, можно считать РАВНОВЕСИЕ. Воспитание чувства равновесия внутри изобразительного поля базируется на физических и психологических законах восприятия. Считая человека точкой отсчета, мы имеем вертикаль – основная ось построения фигуры человека и основа устройства его зрительного аппарата – направление действия силы тяжести, очень точно улавливаемое человеком в пространстве, а особенно хорошо осознаваемое отклонение от нее. Условная вертикальная ось, делящая изобразительное поле пополам, может служить основой для разъяснения следующих позиций: равновесие левой и правой половин по площадям изображаемых фигур, равновесие левой и правой половин по массам в зависимости от светлоты и цветового тона, материальности фигуры (рельефа, фактуры, плотности). Освоение понятия ведется при выполнении серии упражнений на основе подобных фигур разного размера. Это могут быть простейшие формы как геометрические: треугольник квадрат круг и т. д., так и природные: листок, цветок бабочка, рыбка, по-разному ориентированные в пространстве и выполненные линией, штриховой графикой, цветом, рельефом с цветом, рельефом с цветом и фактурой [1].

Понятие композиция переводится как ВЗАИМОСВЯЗЬ, ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ или ПРИМИРЕНИЕ элементов. Изучение следует начинать с минимального количества исходных элементов, фигур или форм, т. е. с двух, трех. Вначале необходимо проанализировать внутреннюю структуру каждой формы: геометрический центр, основные оси развития, характерные точки перелома в построении контура (впадины и выпуклости), согласовывая те или иные из перечисленных характеристик. Подвижные фигуры, выполненные в виде аппликационных заготовок, можно разворачивать друг относительно друга, достигая убедительных способов их сцепления. Можно выделить четыре таких способа взаимодействия форм: наложение, деформация, трансформация и введение третьего. Наложение характеризуется сохранением контуров обеих исходных форм и появлением в композиции новых пятен с контурами, сочетающими оба пластических начала. Деформация характеризуется умалением одной из фигур, т. е. перекрытием передней формой более дальней. Та форма, которая меняется, уступает ведущее значение второй. В целях наглядного осознания происшедших изменений швы, образовавшиеся при деформации, необходимо проявить цветом, проникновением в них фона. Трансформация характеризуется преобразованием, постепенным перевоплощением, наглядным видоизменением одной из фигур в другую с помощью промежуточных шагов. Введение третьего элемента призвано подчинить обе исходные формы новой, отдать ей роль ведущего и объединяющего с



учетом все той же внутренней структуры, входящих в композицию составляющих.

Основными законами композиции являются **ЦЕЛОСТНОСТЬ** и **ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТЬ**.

Они же есть и основные критерии художественного произведения. Это взаимосвязанные диалектические понятия, и задача художника найти равновесие между ними. Целостность предполагает отсутствие членений, а выразительность – их наличие. Целостность – это порядок, система, закономерность, а выразительность – это нарушение порядка, своеобразие, индивидуальность, неповторимость. Как сказал Лейбниц: «Две опасности грозят миру – порядок и беспорядок». В полноценном художественном произведении отношением целостности и выразительности управляет мера.

Изучение **ЦЕЛОСТНОСТИ** может начинаться чуть раньше, т. к. она складывает общие основы произведения. В основе целостности лежит понятие порядка, который очевиднее всего проступает при наличии системы, охватывающей все поле и задающей связи между составляющими элементами. Примером самого жесткого порядка в изобразительном искусстве может служить **ОРНАМЕНТ**. Изучая последовательно типологию орнамента (линейный, центричный, смешанный, ковровый, свободный) и используя различные образы (растительные, зооморфные, геометрические, технические), меняя технические средства, необходимо каждый раз фиксировать внимание на следующих положениях: наличие правил построения орнамента делает возможным хаос превратить в порядок и этот порядок и воспринимается как эстетическая категория. Любая самая невероятная и бессмысленная линия, попадая в логическую систему орнамента, приобретает упорядоченные черты, интеллектуализируется и воспринимается доказательно.

Вторым по доступности усвоения как на теоретическом, так и на практическом уровне можно считать **ПОДОБИЕ**. Подобие совместно с равновесием позволяют создавать достаточно гибкие и индивидуальные композиции. Способов создания подобных или тиражируемых фигур несколько: трафарет, оттиск с бумажной или любой другой гравюры, вырезание фигуры по шаблону, изготовление фигур способом оригами. Задача педагога состоит в привитии навыков создания нескольких своеобразных и нестандартных композиций из одинаковых фигур. Вариантное мышление с использованием типовых фигур позволяет сосредоточиться на усвоении предлагаемого теоретического понятия, выйти в обсуждении произведения на уровень обобщения. Так как в таком задании снимается напряжение по придумыванию новых персонажей, то внимание локализуется на организации плоскости по определенному принципу, на формулировании этого принципа. Например, интенсивная группировка фигур вдоль оси равновесия или отслеживание равновесия направлений группировки подобных фигур поперек оси.

Следующим теоретическим понятием, предлагаемым для освоения, является **РИТМ**. Необходимо начать изучение с роли интервала и его влияния на динамику изображения. Это удобно, так как в этом случае могут быть использованы все те же подобные фигуры. Ритм, заданный увеличивающимся или уменьшающимся интервалом, хорошо передает интенсивность движения. Танцевальное или спортивное движение имеют своеобразную, эстетически законченную траекторию, состоящую из пауз и узлов, из разрядки и концентрации напряжения. Выявление и фиксация этой траектории при помощи подобных фигур позволяет, изменяя положения формы в пространстве, добиваться разнообразия. Организация ритма на основе изменения формы может быть изучена с помощью серии упражнений



на темы роста (почка, листок, росток, сухое дерево; капля, облачко, облако, туча, дождь, гроза; ребенок, подросток, человек зрелых лет, пожилой человек; периодические циклы, смена времен года или времени суток). Вполне приемлемо использование кальки или подсветки для получения оперативного и наглядного изменения исходного изображения. Дальнейшая графическая или цветовая разработка формы позволит закрепить изучаемые понятия [2].

Наиболее освещенным в литературе по изобразительному искусству средством достижения целостности можно считать ПРОПОРЦИИ. А. Дюреру же в четырнадцать лет изучал изобразительное искусство на основе пропорциональной системы деления поля, популярной в эпоху Возрождения. Леонардо да Винчи пользовался членением полотна на основные части с помощью непрерывной арифметической пропорции. В настоящее время анализ культурного наследия разных эпох и жанров позволил убедиться в наличии КОМПОЗИЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ практически в любом произведении. Жесткость или гибкость используемой системы диктуется содержательными задачами и мастерством художника. Н. Сокольникова приводит три типа композиционных структур: треугольная, овальная, квадратная. Е. Жегин выделяет пять типов структур: О-образные, Х-образные, +-образные, С-образные и S-образные [3]. Четкость и геометрическая простота выявления группировки или взаимоположения элементов на основе структур позволяет не терять ощущение порядка при любом неограниченном количестве составляющих, объединяет их в единое целое. Взаимодействие близлежащих форм при этом подчиняется приемам сочетания, разобранном вначале [4]. Убедительно воспринимаются подобные теоретические умозаключения в процессе авторского изучения понравившегося полотна. Репродукция, выбранная для анализа, подвергается расслоению на основе подобия, ритма, пропорции, минимального пластического модуля, т. е. тех геометрических закономерностей, которые мы можем наблюдать в самых разных видах искусства, изучаемых ранее по отдельности в данной программе по курсу основ композиции в изобразительном искусстве. Только после такой работы осознается взаимодействие и порядок более высокого уровня, управляющий отдельными закономерностями. Целенаправленное использование всех средств создает иерархию. Построение композиционных структур является творческим процессом и может быть столь же неповторимым, как творческий синтез.

Изучение ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТИ может начинаться с разбора понятия КОМПОЗИЦИОННЫЙ ЦЕНТР. Ведущая фигура изобразительного поля, главное пятно, не может быть спутано с каким-то другим, оно индивидуально, характерно, неповторимо. Умение сформировать композиционный центр, придать значимость выбранному пятну – это значит выделить его из равноценных, противопоставить по определенным параметрам: местоположение в центральной части изобразительного поля, но не в геометрическом центре, т. к. это достаточно просто и банально, а размещение его на периферии ведет его к потере значимости. Самое первое знакомство с выразительностью может состояться на материале, созданном при изучении подобия, если дополнительно поставить задачу по индивидуализации, приданию запоминающегося своеобразного качества одному из серийных элементов. Этого можно достичь за счет большей детализации формы – введение в контур дополнительных черт более тщательно, чем у остальных, проработки внутренней структуры: применение насыщенной цветовой палитры, светлотного контраста, насыщение ее дополнительными атрибутами. В дальнейшем выразительность может изучаться на основе противопоставления и взаимодействия понятия «фигура – фон». Например, диптих, основанный на



противопоставлении двух образных тем: «облако – молния», «дождь – птица», «мох – камень», «скала – цветок», «кристалл – паутина», «бабочка – сеть». А в первой части изображения одна образная тема должна сформировать композиционный центр, а во второй – другая. И, соответственно, разработка фона в обеих частях выполняет задачу выявления, подчиненность главному. Организация системы иерархической зависимости опирается на изучение выше: композиционные структуры, массовое, девальвированное, коллективное состояние среды.

Изучение выразительности наиболее наглядно в работах, имеющих серийный принцип построения, позволяющих добиваться нюансных изменений в звучании формы. Чтобы вопросы целостности не заслоняли и не усложняли усвоение теоретического материала по выразительности, можно проводить первые занятия с использованием полноценных аналогов. Пластические стилизации образца должны иметь несколько уровней: работа определенным пластическим модулем – разработка своеобразного авторского пластического движения – формальное формообразование; работа по достижению определенного эмоционального настроения (праздничное, умиротворенное, энергичное, будничное) – сочетание работы над формой и содержанием; работа по переводу формы в новое материальное качество, нарушение реалистической картины, получение декоративного эффекта; работа по достижению нового предметного образного качества, абстрагирование и опредмечивание новыми содержательными свойствами. Среди традиционных пластических модулей можно отметить округлый, ломаный, прямоугольный. Также популярна перефразировка формы вертикальной, горизонтальной или наклонной линией, когда контур предмета читается за счет мелкой подвижки линии ее утолщения. Очертания формы при этом не претерпевают сколь-нибудь значительных изменений. Разработка авторского пластического модуля предполагает создание лаконичного характерного движения, например, прерывистого, ритмически организованного, размывающего жесткость границ формы. Перевод формы в новое материальное состояние – мягкое, колючее, горячее, заледеневшее, потрескавшееся, стеклянное, деревянное, песочное, каменное – позволяет развивать способности гибкого неординарного мышления, дает практику работы «по воображению». Изучение с помощью стилизации веера эмоциональных состояний из оттенков ведет к воспитанию отзывчивости. Абстрагирование, распределение формы развивают воображение, расширяют образно-предметный диапазон мышления.

Процесс гармонизации произведений изобразительного искусства требует ежечасного упоминания об этих проблемах, привыкания к терминологическому словарю. На первых этапах – это вкрапленные в творческий метод элементы, а затем – самостоятельные целенаправленные работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дагладян, К. Т. Декоративная композиция / К. Т. Дагладян. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 312 с. : ил. – ISBN 978-5-222-14108-3. – Текст : непосредственный.
2. Голубева, О. Л. Основы композиции : учебное пособие / О. Л. Голубева. – 2-е изд. – Москва : Искусство, 2004. – 120 с. : ил. – ISBN 5-85200-417-0. – Текст : непосредственный.
3. Сокольникова, Н. М. Основы композиции : учебник / Н. М. Сокольникова. – Обнинск : Титул, 1996. – 80 с. : цв. ил. – ISBN 5-86866-069-2. – Текст : непосредственный.
4. Калмыкова, Н. В. Дизайн поверхности: композиция, пластика, графика, колористика : учебное пособие / Н. В. Калмыкова, И. А. Максимова. – Москва : КДУ, 2010. – 154 с. : ил. – ISBN 978-5-98227-562-2. – Текст : непосредственный.



GOGOLEVA Natalya Arkadevna, candidate of architecture, professor of the chair of design and fine arts

**FUNDAMENTALS OF COMPOSITION IN THE STRUCTURE
OF THE FINE ARTS DISCIPLINES**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 433-03-91;
e-mail: design-nngasu@mail.ru

Key words: fine arts, composition, integrity, expressiveness, interconnection, proportions, structure.

The article is devoted to the study of the formal compositional construction of an artistic canvas while studying architectural and design specialties, as well as consistent development of the student's thinking and preparation for the assimilation of theoretical concepts on the basis of compositional construction of a work of art.

REFERENCES

1. Dagldiyan K. T. Dekorativnaya kompozitsiya [Decorative composition] // Rostov-on-Don : Feniks, 2008. – 312 p.: il. – ISBN 978-5-222-14108-3.
2. Golubeva O. L. Osnovy kompozitsii [Basics of composition]: uchebnoe posobie. – 2-e izd. – Moscow. Iskusstvo, 2004. – 120 p.: il. – ISBN 5-85200-417-0.
3. Sokolnikova N. M. Osnovy kompozitsii [Basics of composition]: uchebnik // Obninsk: Titul, 1996. – 80 p.: tsv. il. – ISBN 5-86866-069-2.
4. Kalmykova N. V., Maksimova I. A. Dizayn poverkhnosti: kompozitsiya, plastika, grafika, koloristika [Surface design: composition, plastic, graphics, color]: uchebnoe posobie. – Moscow: KDU, 2010. – 154 p.: il. – ISBN 978-5-98227-562-2.

© **Н. А. Гоголева, 2021**

Получено: 27.02.2021 г.

УДК 628.55:550.461(470.341)

MONTY K M I, postgraduate student of the department of urban planning and rural settlements

**THE PRESENT DIFFICULTIES OF DHAKA (BANGLADESH) IN THE
FIELD OF SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT WITH
GREENERY AND OPEN SPACE**

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
4, Vtoraya Krasnoarmeiskaya St., Saint Petersburg, 190005, Russia. Tel.: +7 (922) 223-93-52;
e-mail: jul3203226@gmail.com

Key words: sustainable development, urban greenery, open space, Dhaka (Bangladesh).

Urban greenery and open spaces are essential elements for city's sustainability and can promote to an impeccable lifestyle as well as a healthy setting. Although Dhaka used to be famous for its green open spaces, but today the city is losing most of its green open spaces so quickly. This research aimed to study the past and present state of urban greening, and to explore the problems of expanding urban greenery and open space in Dhaka in the near future. Dhaka's urban green open spaces are being eroded with a series of constraints innate in the special treatment of a huge population and the impact of urban growth, changing land use patterns, inadequate urban planning and implementation, insufficient economic flexibility, good governance, social awareness, education and training, etc. Moreover, this work recommends that there are still abundant possibilities for the growth of urban greenery and open spaces in Dhaka. This article also suggests that the state should adopt instant policies or strategies to build an organizational structure to strengthen urban greening and open space projects. In addition, an inclusive as well as a durable scheme, linked along with sufficient and stable fund distribution, is also an important coefficient in the sense of urban green open space construction. Furthermore, harmonization between the relevant bureaus and state agencies, intercession of the individual area, involvement and assistance of nongovernmental organizations, raising ecological-climatic consciousness of residents and providing their effective involvement and interaction with sponsor organizations can speed up the greening trial through the application of the urban green open space principle in Dhaka.

Introduction

The creation of versatile urban green open space patterns can be a significant indemnity to urban sustainability from the standpoint of strengthening the highest level of lifestyle and setting for the present city settlement. Keeping as well as producing and broadening greenery and open spaces in urban areas can increase the characteristic of living through ensuring citizen along with a spontaneous surroundings for entertainment as well as guaranteeing the quality level of valuable relevant scopes [4], [6], [7].

However, Dhaka (Bangladesh) was generally popular for its greenery and open spaces but nowadays owing to the huge population and the impact of urban growth, changing land use patterns, inadequate proper urban planning and execution, insufficient economic flexibility, good governance, social understanding, training and study, the city is deteriorating day by day in the context of urban green open spaces [2] [4] [12]. Moreover, urban greenery and open spaces can act a vital contribution in protecting biological diversity and boosting the micro-climate, absorbing carbon



dioxide etc. [7], [8], [9]. Sustainable urban development gradually obliges the reduction of environmental pollution, as well as the replenishment of favorable elements, in particular trees, to improve the fresh and useful habitat. As urban green open spaces are closely related to sustainability or resilience, this idea can develop the quality assurance of lifestyle and surroundings of urban residents via its several features, for example decreasing the burden of city air contamination and ensuring refined atmosphere, serving as a heat sink as enhancing entertainment importance, etc. In addition, while the concept of urban green open spaces is greatly regarded as a method of urban sustainability around the globe, in Dhaka it is the least concentrated problem, and there is slight leadership in this focus [4]. That is why the purpose of this research is to examine the present difficulties of Dhaka (Bangladesh) in the field of sustainable urban development with greenery and open space.

Research methods

This research work mainly relies on secondary data sources to generate authenticity about the present difficulties of Dhaka (Bangladesh) in the field of sustainable urban development with greenery and open space. In addition, some case studies and comparative analysis were used to finish this scientific study.

Results and discussion

Dhaka's vast population and the impact of urban growth

On the one hand, the grandeur and originality of the city of Dhaka has developed over a long period of time. The city was in the possession of various kings and rulers between the pre-Mughal period (1608) and the Bangladesh period (1974) [Tab. 1]. In the pre-Mughal period, Dhaka had a population of 30,000 with an area of 2 square km. Conversely, in the period of Bangladesh, Dhaka had a population of 2,068,353 with an area of 336 sq. km. Moreover, in 2001, the population of Dhaka increased by 10,712,206 people with an area of 1530 sq. km. The total population of Dhaka in 2020 was 21,006,000, an increase of 3.56% from 2019 with an area of 2,161.17 sq. km, while the population of the city itself was estimated at 8.9 million with an area of 306.38 sq. km. This city is one of the most densely populated areas in the world, with a density of 23,234 people per square kilometer [3].

On the other hand, Dhaka city is gradually disappearing with the turbulent displacement of green areas due to the introduction of various land uses in reaction to fast urbanization. As Dhaka's population grows enormously that is why the land turns increasingly extreme to contain the excess population. It is clear that this vast population has made a huge burden on urban public services and other comforts of city life in Dhaka. In addition, this led to a harmful impact on the city setting or surrounding of Dhaka, as well as a useful green open space of the urban territory is converted to a build area. The requirement to meet main necessities is a priority, not an ecologization operation. Besides, the authority of Dhaka spends maximum of their period providing basic services or utilities to resident instead thinking of urban greenery scopes. Hence, the impact of huge population of Dhaka city will be the principal deterrent in the near prospects of the greening trial [2].

**TO PAPER OF MONTY K M I «THE PRESENT DIFFICULTIES OF
DHAKA (BANGLADESH) IN THE FIELD OF SUSTAINABLE URBAN
DEVELOPMENT WITH GREENERY AND OPEN SPACE»**

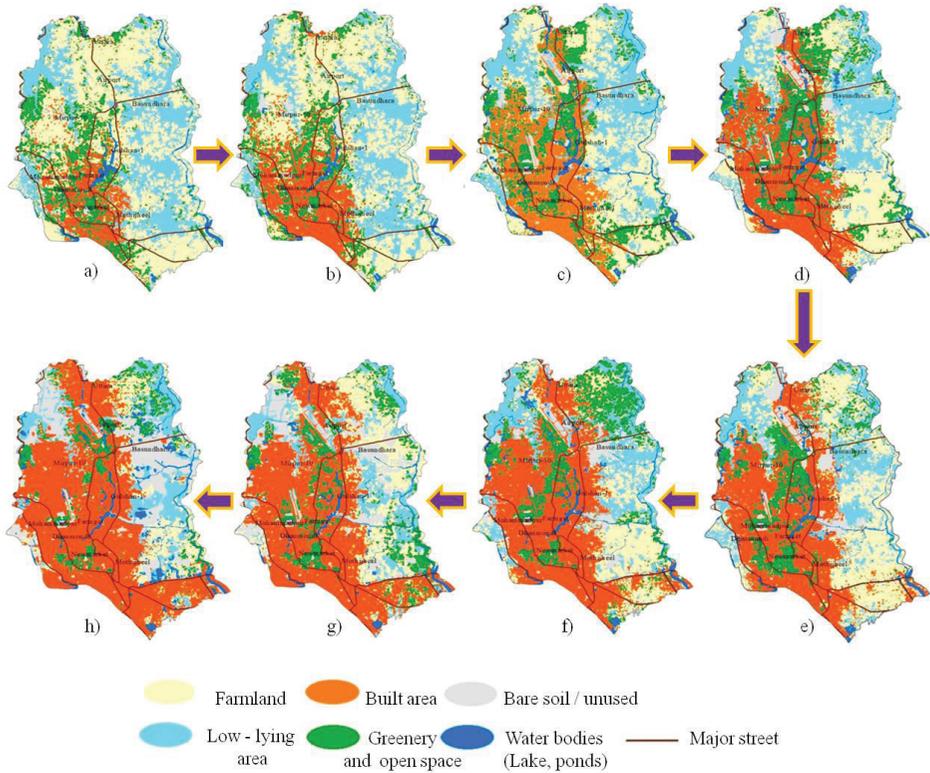


Figure 1. Changing land use patterns in Dhaka City area from 1972 to 2015. (a) 1972; (b) 1980; (c) 1990; (d) 1995; (e) 2000; (f) 2005; (g) 2010 and (h) 2015 [1]

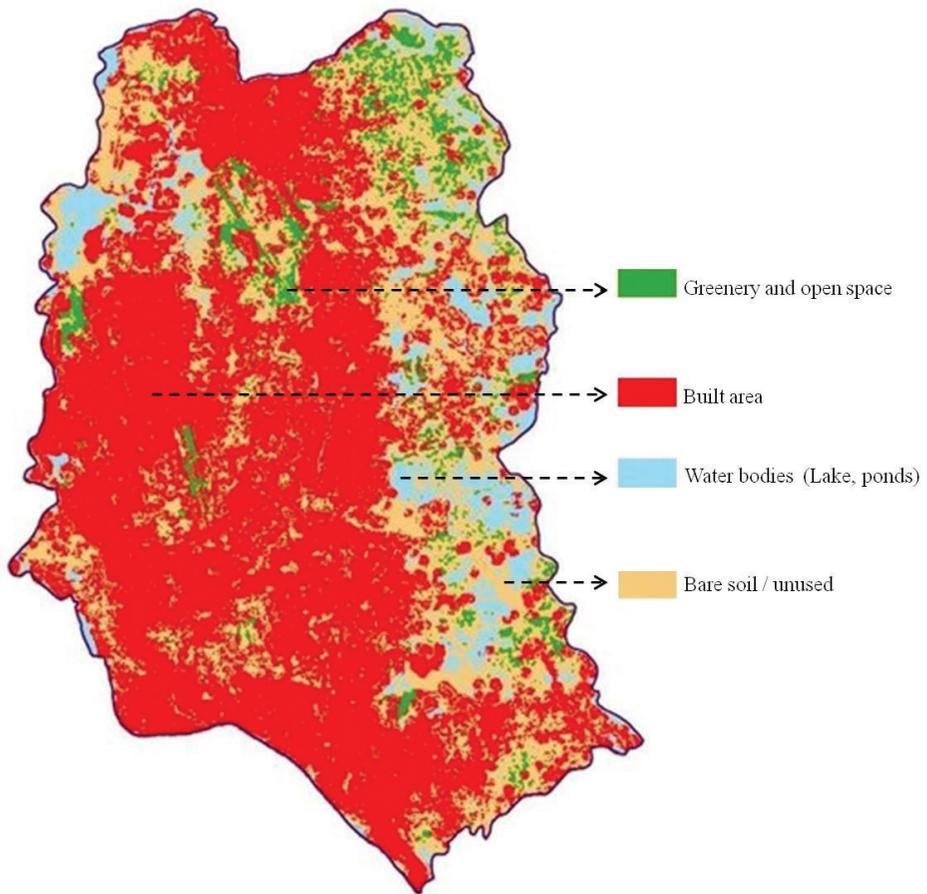


Figure 2. Map of land use change in the Dhaka region by 2029 [Markov MLP model] [13]

Table 1

Total Population, periods / year and territory of Dhaka city (1608-2020) [3]

Periods / Year	Territory (sq.km)	Total population
Pre-Mughal / 1608	2	30 000
Mughal / 1700	40	900 000
British / 1800	4.5	200 000
British / 1867	10	51 636
British / 1872	20	69 212
British / 1881	20	80 358
British / 1891	20	83 358
British / 1901	20	104 385
British / 1931	20	161 922
British / 1941	25	239 728
Pakistan / 1951	85	411 279
Pakistan / 1961	125	718 766
Bangladesh / 1974	336	2 068 353
Bangladesh / 1981	510	3 440 147
Bangladesh / 1991	1353	6 887 459
Bangladesh / 2001	1530	10 712 206
Bangladesh / 2020	2,161.17	21 006 000

Changing land use patterns in the absence of vital urban greenery and open space

Dhaka city had 4281, 4027, 5136, 5183, 3771, 4474, 3626 and 2451 ha of urban greenery and open space sequentially in 1972, 1980, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 and 2015 (Fig. 2). From 1972 to 2015, the full depletion of urban green open space in Dhaka was almost 43% [1], [5]. On the contrary, now in Dhaka, green open spaces account for about 14.5% of the total area of the city, however 25% of green open spaces are compulsory for each urban setting [5], [10]. In addition, the outcome of the Markov MLP model map showed that by 2029 about 57% of Dhaka's urban area will be converted to buildings (Fig. 3) [13].

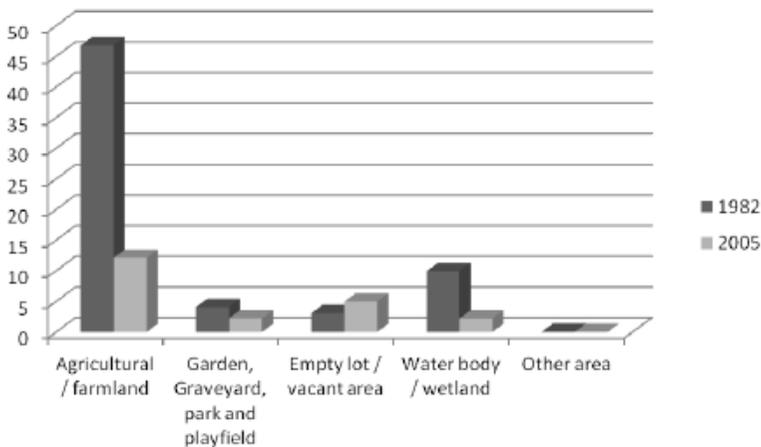


Figure 1. Changes of the main categories of open spaces in Dhaka city between 1982 and 2005 [2]



Because of the demographic force, Dhaka city has been widespread in a northeastern line and quickly developed. Furthermore, in most instances, open green areas were not built according to plan. There is no serious effort to fix the land according to a good plan to give the city an even and united development. A very worrying situation is the displacement of green space. The entire volume of open green spaces, consisting of agricultural land, was about 60.69% of the gross area of the territory of the capital region of Dhaka in 1982, while in 2005 it was about 21.57%. It is shown that over the past 23 years, green space has been decreased by almost 49.12 % and converted to different land utilizations, predominantly domestic and industrial (Fig. 1) [2].

Inadequate correct urban planning and execution to preserve the natural components

Deficient correct urban planning and poor current design solution for the growth, carelessness of the respective administrations for execution of rules, as well as low desire and public knowledge are significant considerations for inability of city organization to protect the natural components (for example parks, gardens, wetlands and other water bodies). In contrast, the acts and provisions for urban formation of Dhaka are quite ancient as well as in many examples retarded on the level of existing construction, monitoring and requirements. Furthermore, two general development schemes and policies for the Dhaka town that were made out respectively in 1959 and 1995 not appropriately accompanied. Unimaginably, though these widespread development schemes were composed even earlier, they never once took the form of working integrated schemes for the urban greenery and open spaces of Dhaka. Besides, former updated urban territory scheme for Dhaka city (1995-2015) has preserved several benefits for introducing open green areas however such scheme survives in document just. Various interested parties in public services to individual builders experienced no pressure to follow to the instructions outlined in the general schemes as they did not possess the resistance to perform. A lengthy standing exercise of non-compliance with legislations has fostered to specific unfair actions that lead to the impoverishment of open green spaces of Dhaka city. Urban greenery and other open spaces in Dhaka are primarily regulated through the 'Ecological Protection Law -1997', while beyond of the capital sites pursue by the plantation law. Actually, nowadays Dhaka has no particular act for urban greenery and open spaces other than the 'Social Park Law - 1904'. Moreover, although many public services, administrations, departments and local as well as other distinct areas were engaged in the growth of the city of Dhaka, their obligations were frequently not definitely determined [11], [2].

Insufficient economic flexibility, good governance, social understanding, community participation and training

The shortage of capital with poor governance is a major obstacle to the intensification of greening events in Dhaka. The DNCC (Dhaka North City Corporation) and DSCC (Dhaka South City Corporation) distribute high volume of finance in their estimate for the development of public services. In addition, open urban green areas like garden, park, playground, cemetery construction receive really less focus in the yearly budgetary allocations of DNCC and DSCC. In many cases, DNCC's and DSCC's own capital do not maintain rhythm along with the emerging progress of rapid population growth, urbanization as well as growing requirement for its operations. Thus, DNCC and DSCC reduce the amount of capital due to their subordinate precedence program. So, the goals set for the year for the promotion of green open spaces are not achieved. On the other side, in Dhaka, there is a severe civil ignorance about the usefulness and ecological, public and commercial privileges of urban greenery and open spaces, as



many residents are needy and uneducated. No one has any doubts to ruin urban open space and reduce greenery because their misery stimulates them. State agencies as well as common people in some cases seize open green spaces to preserve the expense of purchasing territory for construction activities. The existing poor knowledge in training and study on urban green open space is a new challenge for further greening operations [12], [2].

Conclusion

Urban greenery and open spaces are an unavoidable portion of the town, and with their diverse support, they can make an appropriate contribution to the sustainability of the area. This scientific research found that Dhaka's vast urban settlement and the impact of urban growth create a great strain on the available green open spaces, and therefore it is very difficult for urban experts to improve Dhaka's urban green open spaces. Furthermore, improved interaction and harmonization between state institutions, interested parties, city experts, individual bureaus and domestic residents can promote to the expansion of urban green open spaces in Dhaka. In addition, the DNCC (Dhaka North City Corporation) and DSCC (Dhaka South City Corporation) and the Capital Development Authority called RAJUK (Rajdhani Unnayan Kartripakkha), as well as other relevant organizations can adopt a compulsory "urban green open space policy and strategy" to preserve and expand urban greenery and open spaces in Dhaka city by introducing new land use models, including adequate proper urban planning and execution, sufficient economic flexibility, good governance, social understanding, community participation and training.

Recommendations

A. Preservation of available parks, gardens, public open spaces and other green areas of Dhaka city.

B. Creating latest small parks / gardens / playgrounds and water bodies in extended areas of the Dhaka city.

C. To promote gardening / greening on the roof.

D. To build up the program of improvement of the city and rise the prospect forestation.

E. Creation of belt plantations as well as woodlands in various land tenures beyond the city of Dhaka.

F. To stimulate the nursery.

G. Suburban areas of Dhaka city have scopes to promote public or agro arboriculture.

H. Providing constructive design decisions for the bank of canals, lakes and parks as a detention basin / pool / pond.

I. Development of wetlands on the outskirts of the city of Dhaka.

J. To professionalize the idea of sustainable urban development and persistent policies with greenery and open space.

SOURCES OF ILLUSTRATIONS

Table 1. Based on the materials of the site. Available at:
https://www.researchgate.net/publication/228434258_Rapid_urban_growth_and_poverty_in_Dhaka_City

Figure 1. Based on the materials of the site. Available at:
https://stud.epsilon.slu.se/13015/1/ansari_m_171121.pdf

Figure 2. (Fig. 1 color inserts). Based on the materials of the site. Available at:



<https://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/10>

Figure 3. (Fig. 2 color inserts). Based on the materials of the site. Available at:

https://www.researchgate.net/publication/328591043_Analyzing_the_Level_of_Accessibility_of_Public_Urban_Green_Spaces_to_Different_Socially_Vulnerable_Groups_of_People

REFERENCES

1. Mohammad Mehedy Hassan and Jane Southworth. Analyzing Land Cover Change and Urban Growth Trajectories of the Mega-Urban Region of Dhaka Using Remotely Sensed Data and an Ensemble Classifier. Sustainability [MDPI], 2017. P. 13–14.
2. Mohammad Nayeem Aziz Ansari. Opportunities and Challenges of Urban and Peri-Urban Forestry and Greening in Bangladesh: Dhaka City as a Case. Master's Thesis. Department of Landscape Management, Design and Construction. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Sweden. 2008, P. 30–34.
3. Shahadat Hossain. Rapid urban growth and poverty in Dhaka City. Bangladesh e-Journal of Sociology, 2008, V.5, No. 1. P. 9–13.
4. S. Roy, S. Dutta and M. M. Hoque. Urban forestry and urban greening for sustainable urban development-A case of Dhaka north city corporation area (Zone-1). J. Bangladesh Agril. Univ., ISSN 1810-3030, 2016. P. 167.
5. Monty K M I and Yankovskaya Y.S. Sustainable development of Dhaka (Bangladesh) in the context of urban vegetation. New ideas of the new century: Materials of the international scientific conference, Pacific National University (Khabarovsk), 2020. P. 221–225.
6. Xiaolu Zhou and Md. Masud Parves Rana. Social benefits of urban green space: A conceptual framework of valuation and accessibility measurements. Management of Environmental Quality: An International Journal, 2012, V. 23, No 2. P. 173–176.
7. Monty K M I. Current status, importance and development trends of urban greening. AMIT, 2021, P. 149–151.
8. Urban Espora. The 8 benefits of spreading green spaces in cities. 2019. (Accessed on 31.01.2021).
9. Urban Espora. 5 reasons for creating urban green spaces. 2019 (Accessed on 31.01.2021).
10. Islam M., Mahmud A. and Islam S. M. D. Open Space Management of Dhaka City, Bangladesh: A Case Study on Parks and Playgrounds. Int. Res. J. Environment Sci., 2015, V. 4(12). P. 118.
11. Islam N. (ed.). Urbanization, Urban Planning and Development, and Urban Governance: A Reader for Studies. Center for Urban Studies (CUS). Dhaka. 2001.
12. Sultana Razia. Residents perception of green spaces for urban sustainability: A case study in Dhaka City. Master of Development Studies, BRAC University, 2018. P. 35–38.
13. K M Atikur Rahman and Dunfu Zhang. Analyzing the Level of Accessibility of Public Urban Green Spaces to Different Socially Vulnerable Groups of People. Sustainability [MDPI], 2018. P. 8–10.

МОНТИ К М И, аспирант кафедры градостроительства

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ Г. ДАККА (БАНГЛАДЕШ) В АСПЕКТЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОЗЕЛЕНЕННЫХ И ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. Вторая Красноармейская, д. 4.

Тел.: +7 (922) 223-93-52; эл. почта: jul3203226@gmail.com

Ключевые слова: устойчивое развитие, городская зелень, открытое пространство, Дакка (Бангладеш).

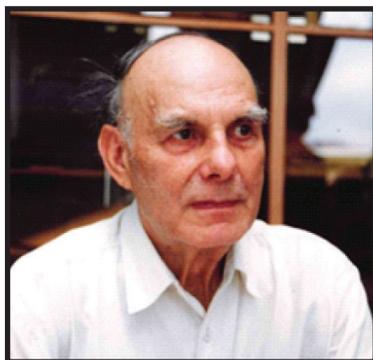


Городская зелень и открытые пространства являются важными элементами устойчивости города и могут способствовать безупречному образу жизни, а также созданию здоровой окружающей среды. Хотя раньше Дакка славилась своими зелеными просторами, сегодня город быстро теряет большую часть своих зеленых насаждений. Данное исследование направлено на анализ состояния городского озеленения, а также на изучение проблем расширения городских озелененных и открытых пространств в Дакке в ближайшем будущем. Открытые городские зеленые пространства Дакки постоянно сокращаются и частично приходят к упадку из-за ряда ограничений, присущих постоянно растущему городу с огромным населением, социально-политическим изменениям моделей землепользования, непродуманному городскому планированию и управлению, недостаточной экономической гибкости и социальной ответственности и т. д. Более того, эта работа рассматривает потенциальные возможности города Дакка для роста городских озелененных и открытых пространств. В статье выдвигаются предложения по созданию политических или стратегических организационных структур для поддержки проектов по озеленению городов и формированию открытых пространств. Кроме того, инклюзивная, а также устойчивая схема, связанная с достаточным и стабильным распределением средств, также является важным фактором в смысле проектирования и строительства городских зеленых открытых пространств. Более того, согласование между соответствующими бюро и государственными органами, вмешательство в отдельные районы, участие и помощь неправительственных организаций, повышение экологического и климатического сознания жителей и обеспечение их эффективного участия и взаимодействия со спонсорскими организациями могут ускорить процесс экологизации, который может быть реализован через внедрение принципа городского зеленого открытого пространства в планировочную структуру города Дакка.

© Monty K M I, 2021

Получено: 27.03.2021 г.

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА Е. С. ГОГОЛЕВА



Гоголев Евгений Семенович (08.07.1938 – 05.06.2020), доктор технических наук, профессор кафедры гидравлики и один из старейших сотрудников Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, известный ученый в области гидротехнического строительства, скончался 5 июня 2020 г.

В 1961 г. Евгений Семенович окончил гидротехнический факультет Горьковского инженерно-строительного института и свою профессиональную деятельность начал в Горьковском отделении Всесоюзного государственного ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции проектного института «Теплоэлектропроект» Министерства энергетики и электрификации СССР.

В 1965 г. Евгений Семенович был приглашен на кафедру гидротехнических сооружений ГИСИ, где проработал до 1991 г. За это время подготовил и защитил в 1971 г. кандидатскую диссертацию на тему «Температурный режим фильтрующих плотин из различных грунтов в суровых климатических условиях» и в 1984 г. докторскую диссертацию на тему «Переработка берегов каналов и водохранилищ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов».

В 1991 г. Евгений Семенович возглавил кафедру гидравлики. Основными направлениями его научной деятельности были: исследования термического режима земляных фильтрующих плотин в условиях распространения вечной мерзлоты; переформирования берегов каналов и водохранилищ, в том числе в криолитозоне; проектирование зданий малых ГЭС с роторными ортогональными гидротурбинами.

Евгений Семенович был замечательным ученым и педагогом, он готовил научные кадры высшей квалификации, руководил аспирантами. Под его руководством кандидатами технических наук стали 4 сотрудника вуза. Е. С. Гоголев являлся академиком Международной академии информатизации, автором более 100 научных работ, авторских свидетельств и патентов, учебных пособий, научных монографий.

Евгений Семенович прожил интересную творческую жизнь, до последних дней занимался научными исследованиями и разработками, всегда имел активную общественную позицию. Его отличали глубокая человечность, подлинная интеллигентность, высокий профессионализм, жизнелюбие и оптимизм. Светлая память о Евгении Семеновиче останется в наших сердцах.



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 (ин-



декс 80382 в каталоге Агентства «Роспечать»). 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 негосударственных 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 негосударственных 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 Моничу Д. В.

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.



«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.

**Адрес редакции: Россия, 603950, г. Нижний Новгород,
ул. Ильинская, д. 65.
Тел./факс: (831) 433-04-36, 430-19-46**

