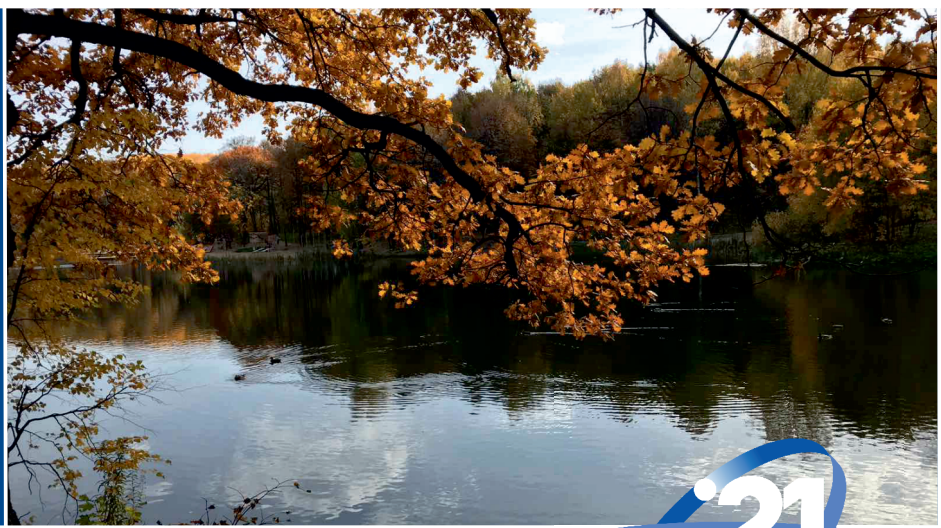
ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

3 2021



Год науки и технологий '21

ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Периодическое научное издание

№ 3

Сентябрь 2021

Нижний Новгород

ББК 95; я5
П 75
ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 3 (59)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2021. 187 с., 24 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. Коссэ, компьютерная верстка И. К. Красавина,
переводчик Л. Ю. Воронцов, работа со списками литературы Л. Б. Вержиковская

Подписано в печать 20.09.2021 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 16.4 + вкл. 4,2. 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; пнж.ннгасу.рф
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

№ 3

September 2021

Nizhny Novgorod

THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL, № 3 (59)

Scientific periodical. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2021. 187 p., 24 p. of colour illustrations.

Founder & Publisher: The Nizhny Novgorod State University of Archite--cture 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 – «Conctruction 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 20.09.2021. Format 70×108/16. Offset paper.
Offset printing. Ref. publ. p. 16.4 + illust. 4,2. 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.

ISSN 1995-2511 **© NNGASU, 2021**

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Лапшин А. А., Хазов П. А., Кожанов Д. А., Лихачева С. Ю. Оценка прочности и устойчивости композитных сталежелезобетонных элементов с совместным применением стержневых и твердотельных расчетных моделей..... 9

Лампси Б. Б., Шилов С. С., Хазов П. А., Февральских А. В. Определение аэродинамических коэффициентов большепролетного покрытия экспериментальным методом 17

Хазов П. А., Цветнова Л. Ю. Динамический анализ изгибно-крутильных колебаний каркасного здания с неравномерным распределением жесткостей при сейсмических воздействиях 24

Сатанов А. А., Васин А. Д. Экспериментальное исследование распределения ветрового давления на высотное здание уникальной формы..... 38

Бобылев В. Н., Ерофеев В. И., Монич Д. В., Гребнев П. А., Кузьмин Д. С. Звукоизоляция однослойных легких перегородок с антирезонансными панелями..... 46

Григорьев Ю. С., Фатеев В. В. Экспериментальная установка для испытаний моделей горизонтально нагруженных свайных фундаментов..... 56

Григорьев Ю. С., Фатеев В. В. Нижегородский пассаж братьев Блиновых: обследование и реконструкция фундаментов здания..... 62

Шеховцов Г. А. Определение крена промышленных дымовых труб односторонним и двухэтапным способом направлений..... 71

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

Кочев А. Г., Соколов М. М., Яковлев В. А., Маринина М. А. Использование возобновляемых источников энергии на примере церкви Жен-Мироносиц в Нижнем Новгороде..... 80

Еремкин А. И., Пономарева И. К. Метод регулирования направления движения вертикальной пристенной конвективной струи, образованной нагретой поверхностью отопительного прибора..... 88

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО, ГИДРАВЛИКА И ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ

Муравьев В. П. Цифровая технология в оптимизации параметров гидротехнических сооружений систем охлаждения тепловых и атомных электростанций..... 102

Марков И. С. Оценка температурного режима водохранилища гидроузла на реке Ергалах в Норильском промышленном районе с учетом изменения климата 108

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

Орельская О. В. «Игра в кубики» – один из методов формообразования в архитектуре XX – начала XXI вв..... 113

Сапрыкина Н. С. Здание автомобильного гаража в г. Ярославле – уникальный типологический образец архитектуры 1930-х годов..... 119

Шумилкин А. С. Концепция архитектурной реставрации XX – начала XXI веков в контексте теории временных циклов. Стратегии развития архитектурно-реставрационного дела в России..... 125

Шумилкин М. С. Реставрационная практика Вознесенского Печерского монастыря в Нижнем Новгороде 132

Широкова Е. О. Постмодернизм в архитектуре деловых центров в регионах России..... 137

Фильченков К. С. Модели транзитного пространства..... 142

Цорик А. В. Архитектурно-художественная идентичность природных территорий в городской среде..... 149

Андреева М. В. Архитектурная среда детских центров социальной направленности 155

Ещин Д. В. Декор фасада деревянной жилой архитектуры г. Пензы конца XIX – начала XX вв..... 160

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Яковлев А. А., Захарчук А. В. Концепции взаимодействия человека и природы в общенаучном контексте..... 166

Даняева Л. Н. Доходный дом как архитектурный прототип многоквартирных жилых зданий..... 172

ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

Памяти доцента Г. П. Ермакова..... 178

Новые издания..... 180

Перечень требований и условий, предоставляемых для публикации в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал»..... 181

НА ОБЛОЖКЕ: Памятник природы регионального значения «Щелоковский хутор», г. Нижний Новгород. Фото Монич И. А.

CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

Lapshin A. A., Khazov P. A., Kozhanov D. A., Likhachyova S. Yu. Assessment of the strength and stability of composite steel-reinforced concrete elements with joint use of rod and solid-state calculation models 9

Lampsi B. B., Shilov S. S., Khazov P. A., Fevralskykh A. V. Determination of aerodynamic coefficients of a large-span coverage by an experimental method 17

Khazov P. A., Tsvetnova L. Yu. Dynamic analysis of flexion-torsional vibrations of a frame building with unequal distribution of rigidity under seismic impact 24

Satanov A. A., Vasin A. D. Experimental study of wind pressure distribution on a unique shape high-rise building 38

Bobylyov V. N., Erofeev V. I., Monich D. V., Grebnev P. A., Kuzmin D. S. Sound insulation of single-layer lightweight partitions with anti-resonant panels 46

Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Experimental installation for testing models of horizontally loaded pile foundations 56

Grigorev Yu. S., Fateev V. V. The Nizhny Novgorod passage of the Blinovs brothers: survey and reconstruction of the foundations 62

Shekhovtsov G. A. Determination of the roll of industrial chimney pipes by a one-sided and two-stage method of directions 71

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

Kochev A. G., Sokolov M. M., Yakovlev V. A., Marinina M. A. Use of renewable energy sources on the example of the Church of the Myrrhbearers in Nizhny Novgorod 80

Eremkin A. I., Ponomaryova I. K. Method for regulating the direction of motion of a vertical wall convective jet formed by a heated surface of a heater 88

HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION, HYDRAULICS AND ENGINEERING HYDROLOGY

Muravyov V. P. Digital technology in optimization of parameters of hydraulic structures of cooling systems of thermal and nuclear power plants 102

Markov I. S. Assessment of the temperature regime of the reservoir of the hydroelectric complex on the Ergalakh River in the Norilsk industrial district, taking into account climate change 108

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

Orelskaya O. V. "Playing with cubes"– one of the methods of formation in the architecture of the XX – early XXI centuries 113

Saprykina N. S. Car garage building in Yaroslavl – a unique typological example of the architecture of the 1930s 119

Shumilkin A. S. The concept of architectural restoration of the XX – early XXI centuries in the context of the time cycle theory. Strategies for the development of architectural and restoration work in Russia 125

Shumilkin M. S. Restoration practice of the Voznesensky Pechersky monastery in Nizhny Novgorod 132

Shirokova E. O. Post-modernism in the architecture of business centers in the regions of Russia 137

Filchenkov K. S. Models of transitional space 142

Tsorik A. V. Architectural and artistic identity of natural sites in urban environment..... 149

Andreeva M. V. Architectural environment of children's social centers..... 155

Eschin D. V. Facade decoration of wooden residential architecture of Penza of the late XIX – early XX century..... 160

ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY

Yakovlev A. A., Zakharchuk A. V. Concepts of human-nature interactions in the science context..... 166

Danyaeva L. N. An apartment building as an architectural prototype of multi-family residential buildings..... 172

INFORMATION SECTION

In memory of associate professor G. P. Ermakov. 178

New publications..... 180

List of requirements for publication in the scientific periodical “Privolzhsky Scientific Journal” 181

COVER PAGE: Natural monument of regional significance "Schyolkovsky khutor", Nizhny Novgorod. Photo by I. A. Monich

ПАМЯТИ РЕКТОРА ННГАСУ, ПРОФЕССОРА А. А. ЛАПШИНА

10 сентября 2021 г. на 49 году жизни скоропостижно скончался ректор Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, член редакционной коллегии Приволжского научного журнала, профессор Лапшин Андрей Александрович.

Вся жизнь Андрея Александровича была связана с университетом. В 1995 г. окончил Нижегородскую государственную архитектурно-строительную академию (ныне – ННГАСУ) с квалификацией инженер-строитель, в 2001 г. окончил аспирантуру и защитил кандидатскую диссертацию. Начал педагогическую деятельность на кафедре металлических конструкций в 2000 г., занимая последовательно должности ассистента, старшего преподавателя, доцента, профессора. В 2010 г. присвоено ученое звание доцента.

В 2006 г. А. А. Лапшин был назначен начальником управления научно-исследовательских, проектных и производственных работ. С 2007 г. по 2010 г. занимал должность проректора по административно-хозяйственной деятельности, с 2010 г. по 2013 г. – должность проректора развитию.

В 2013 г. решением Президиума Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) А. А. Лапшин избран советником РААСН.

В 2014 г. Андрей Александрович Лапшин избран на конференции работников университета и утвержден приказом Министра образования и науки Российской Федерации в должности ректора ННГАСУ.

Профессор А. А. Лапшин вел активную научную, образовательную, просветительскую и общественную работу. В 2013 г. вошел в состав Общественной палаты Нижегородской области. С 2014 г. являлся руководителем Научного конгресса Международного научно-промышленного форума «Великие реки». Являлся членом правления Международной Ассоциации строительных вузов, членом Совета УМО по укрупненной группе подготовки «Техника и технологии строительства». В 2015 г. решением штаб-квартиры ЮНЕСКО утвержден на должность заведующего кафедрой ЮНЕСКО «Экологически безопасное развитие крупного региона – бассейна Волги» ННГАСУ. В 2016 г. избран в научно-

консультативный совет при Законодательном Собрании Нижегородской области. В 2018 г. избран Президентом СРО Ассоциация «Объединение нижегородских проектировщиков».

Андрею Александровичу Лапшину были присвоены почетные звания: Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, Почетный строитель Нижегородской области.

Андрей Александрович Лапшин заслужил большое уважение и авторитет у преподавателей, аспирантов, студентов вуза. Коллектив ННГАСУ скорбит о невосполнимой утрате. В нашей памяти Андрей Александрович навсегда останется высокопрофессиональным специалистом и прекрасным человеком. Вечная память !

Ректорат
Нижегородского государственного
архитектурно-строительного университета

УДК 624.046

А. А. ЛАПШИН, канд. техн. наук, проф. кафедры строительных конструкций, ректор; П. А. ХАЗОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; Д. А. КОЖАНОВ, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; С. Ю. ЛИХАЧЕВА, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ КОМПОЗИТНЫХ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С СОВМЕСТНЫМ ПРИМЕНЕНИЕМ СТЕРЖНЕВЫХ И ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ

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: стержневая модель, твердотельная модель, прочность, устойчивость, сталежелезобетон, трубобетон, нормальные напряжения, композитный материал.

Приводится отечественный опыт исследований и применения сталежелезобетонных несущих конструкций. Проведен анализ прочности и устойчивости наиболее нагруженной колонны высотного здания. По результатам расчета выявлен наиболее нагруженный элемент – стальная труба-оболочка. Показано, что потеря устойчивости колонны как отдельного элемента невозможна при данной конфигурации сечения.

Современные технологии в сфере строительства призваны обеспечивать высокую надежность зданий, сокращать сроки строительства, облегчать разработку проектов в сложных условиях и делать объекты значительно привлекательнее за счет применения индивидуальных архитектурно-планировочных решений. При проектировании уникальных объектов высотного строительства становится популярным опыт применения конструкций из сталежелезобетона. Основополагающий принцип проектирования о совмещении функций различных элементов в полном объеме с успехом реализуется в сталежелезобетонных конструкциях.

Сталежелезобетон представляет собой составную конструкцию, относящуюся к особому классу конструкций в современном строительстве. Составная форма этих элементов многообразна, поэтому можно применять разные конструктивные системы. По названию можно сделать вывод, что сталежелезобетонные конструкции являются системой, состоящей из монолитного железобетона, стальной части и соединительных элементов [1]. Таким образом, сталежелезобетон – отличный пример композитного материала.

Особые свойства сталежелезобетонных конструкций обеспечиваются благодаря совместной работе стальной и железобетонной частей. Можно выделить основные преимущества данных композитов перед традиционными конструкционными материалами. По сравнению с железобетонной конструкцией при применении сталежелезобетона удается уменьшить собственный вес здания, уменьшить расчетные сечения и ускорить строительство. Скорость развития высотных конструкций из железобетона и смешанных конструкций обгоняет развитие высотных стальных конструкций. Жесткость рассматриваемых конструкций значительно выше стальных, к тому же уменьшен расход стали, что положительно влияет

на себестоимость. Экономическая выгодность сталежелезобетонных конструкций проявляется на этапе монтажа, а впоследствии – и в процессе безремонтной эксплуатации. Одно из самых главных достоинств смешанных конструкций – эффективное объединение разных материалов, что отражается в безопасности, долговечности и устойчивости высотных объектов не только в несейсмических, но и в сейсмических областях. Конечно, в применении таких конструкций есть некоторые сложности и недостатки. В процессе расчета следует учитывать стадийность работы, сдвиг разнородных материалов, специфические воздействия и другие факторы. Соответственно, требуется значительное количество исследований конструкций, где совмещены два разных по физико-химическим показателям материала, процесс выполнения сталежелезобетонных конструкций усложнен также необходимостью устройства объединительных элементов между сталью и железобетоном, активным применением предварительного напряжения, внутренней статической неопределимостью сечений конструкций.

Современное строительство характеризуется увеличением высоты сооружений и пролетов перекрытий. Это требует применения стержней, обладающих высокой несущей способностью при малых поперечных сечениях. Одним из решений этой проблемы является применение трубобетонных конструкций. Трубобетон – это разработка российских ученых. В 1932 году профессор А. А. Гвоздев впервые в мире опубликовал работу по методике расчета трубобетона как конструкции [2]. Опыт применения трубобетона имеется в США, Японии и ряде Европейских стран, но наиболее широко на данный момент трубобетон применяется в Китае, где создана соответствующая нормативная база. В стране насчитывается более 30 небоскребов, несущие конструкции которых выполнены в трубобетонном исполнении.

Основной проблемой при проектировании зданий и сооружений с применением трубобетона является сложность проведения расчетов. При использовании стержневых расчетных моделей встает вопрос о назначении жесткостей, распределение которых напрямую сказывается на итоговых расчетных усилиях. Помимо этого, как и для любого композитного материала, открытым остается вопрос о корректном распределении напряжений в сечении, обладающем внутренней статической неопределимостью.

Современные программно-вычислительные комплексы позволяют проводить расчеты в линейной и нелинейной постановках. При этом конструкции здания должны быть смоделированы с применением объемных конечных элементов. Тем не менее выполнение расчета полной модели здания, как правило, не представляется возможным ввиду недостатка вычислительных мощностей, сложностью и трудоемкостью процесса моделирования. Решением данной проблемы может стать применение стержневых расчетных моделей, механические характеристики для которых назначаются с помощью численного исследования отдельных элементов, имеющих гораздо более простые расчетные модели.

В настоящей статье рассматривается напряженно-деформированное состояние конструкций высотного здания (рис. 1 цв. вклейки). Для выполнения расчета была создана пространственная конечно-элементная модель здания в ПВК *SCAD Office* с применением стержневых (колонны) и пластинчатых (плиты перекрытия, ядро жесткости) конечных элементов (рис. 2 цв. вклейки).

Колонны изучаемого объекта выполнены с применением трубобетона (рис. 1), представляющего собой стальную трубу-оболочку, работающую совместно с бетоном и расчетной арматурой. Для определения продольных и изгибных

жесткостей колонн предложено использовать пространственную твердотельную модель, позволяющую учесть совместную работу всех перечисленных элементов. Модель, построенная в ПК *ANSYS*, представлена на рис. 2.

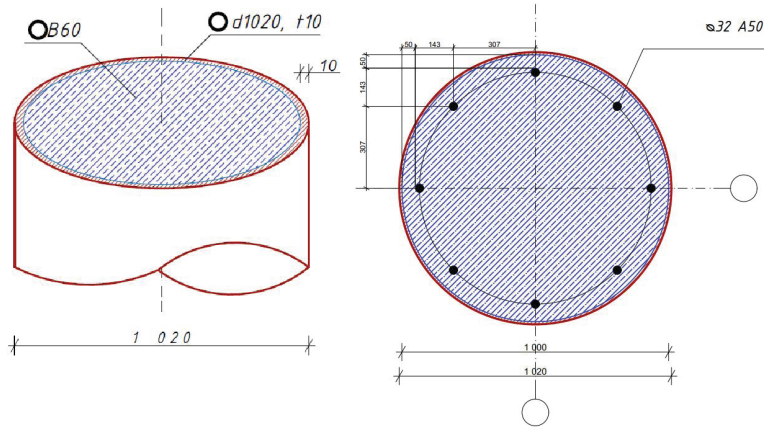


Рис. 1. Конструкция сталежелезобетонной колонны

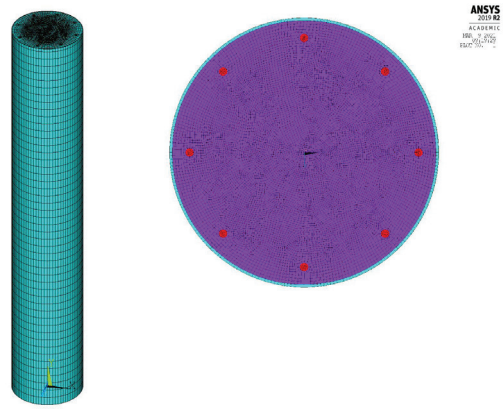


Рис. 2. Пространственная конечно-элементная расчетная модель сталежелезобетонной колонны, построенная в ПК *ANSYS*

Для определения жесткостных характеристик рассматривается консольный стержень, загруженный единичным сосредоточенным моментом (рис. 3*а* цв. вклейки). Перемещение конца стержня Δ_A может быть определено по формуле Мора-Максвелла (1), интеграл в котором раскрывается с помощью метода Верещагина (2).

$$\Delta_A = \int_0^l \frac{M_p M_i}{E J_{экв}} ds, \tag{1}$$

$$\Delta_A = \frac{Ml^2}{2EJ_{экв}}, \tag{2}$$

где $l = 6$ м – длина стержня; M_p – момент, вычисленный в каждом сечении стержня

К СТАТЬЕ А. А. ЛАПШИНА, П. А. ХАЗОВА, Д. А. КОЖАНОВА, С. Ю. ЛИХАЧЕВОЙ «ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ КОМПОЗИТНЫХ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С СОВМЕСТНЫМ ПРИМЕНЕНИЕМ СТЕРЖНЕВЫХ И ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ»

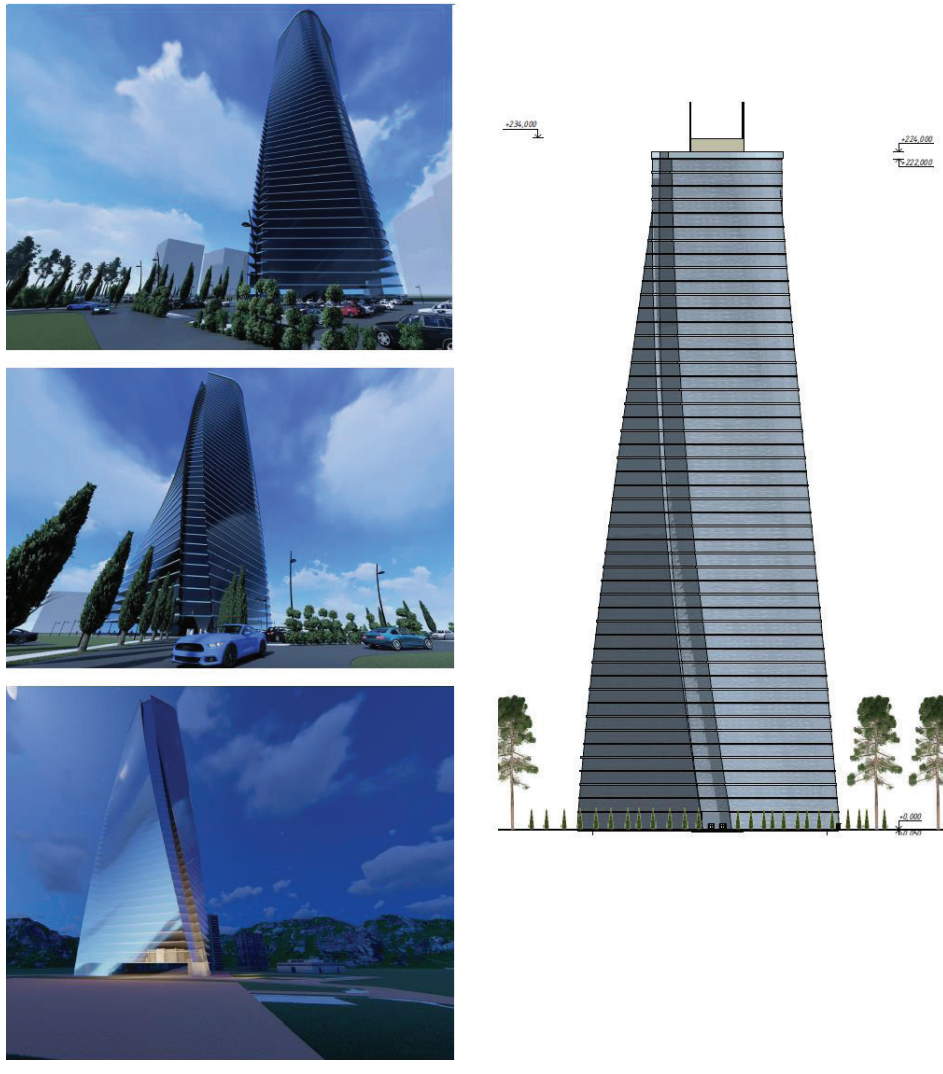


Рис. 1. Проектируемое высотное здание многофункционального назначения

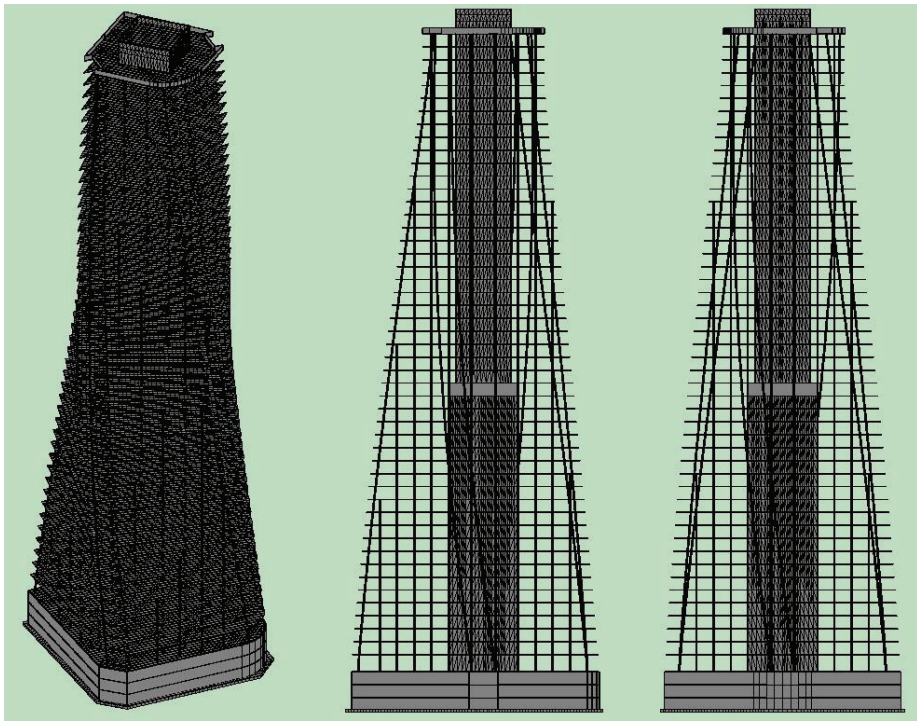


Рис. 2. Пространственная конечно-элементная расчетная модель высотного здания, построенная в ПВК *SCAD*

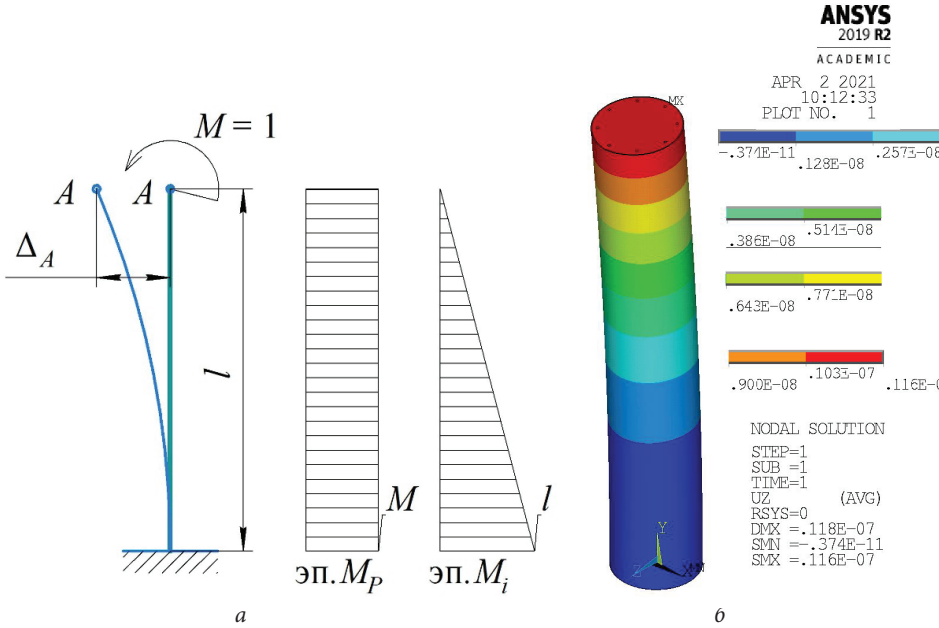
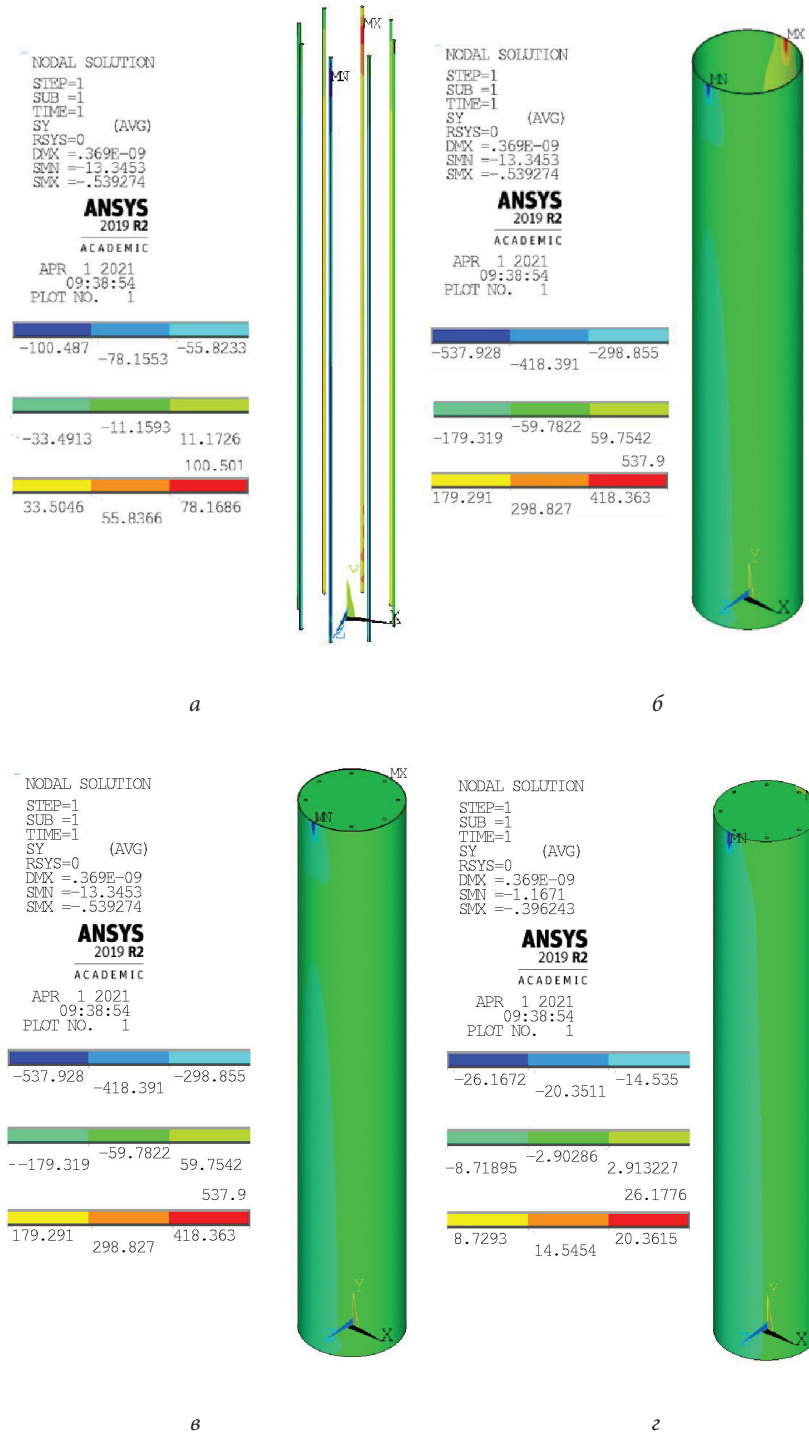


Рис. 3. К определению изгибной жесткости колонны: *а* – вспомогательная расчетная схема стержня; *б* – расчетная модель сталежелезобетонной колонны, загруженная единичным моментом



а *б* *в* *г*

Рис. 4. Нормальные напряжения (Па) в элементах сталежелезобетонной колонны от действия единичного момента: *а* – композитная конструкция; *б* – бетон; *в* – арматурные стержни; *г* – стальная труба-оболочка

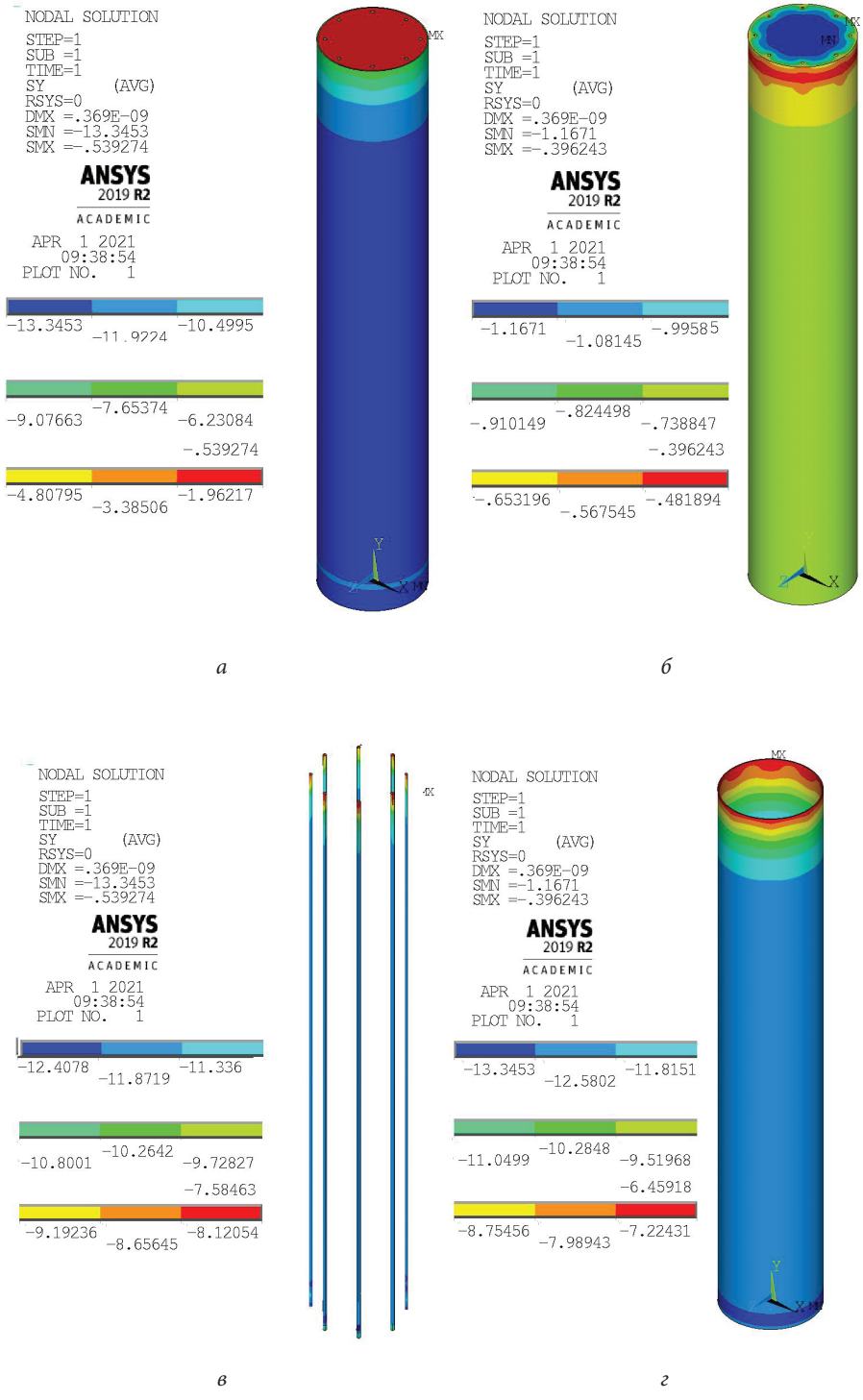


Рис. 5. Нормальные напряжения (Па) в элементах сталежелезобетонной колонны от действия единичной продольной силы: *а* – композитная конструкция; *б* – бетон; *в* – арматурные стержни; *г* – стальная труба-оболочка

от заданной нагрузки M = 1 Н·м (эпюра M_p на рис. 3*а* цв. вклейки); M_i – момент, вычисленный в каждом сечении стержня от единичной силы, определяющей точку и направление перемещения Δ_A (эпюра M_i на рис. 3*а* цв. вклейки); $EJ_{экв}$ – эквивалентная жесткость стержня; ds – дифференциал длины стержня.

Для определения эквивалентной жесткости решается обратная задача, когда перемещение точки A считается известным. Значение перемещения получено из расчета пространственной конечно-элементной модели (рис. 3*б* цв. вклейки). Итоговая эквивалентная жесткость определяется по формуле:

$$EJ_{экв} = \frac{Ml^2}{2\Delta_A} = \frac{1\text{Н·м}\cdot 36\text{м}^2}{2\cdot 0{,}116\cdot 10^{-7}\text{м}} = 1{,}55\cdot 10^9\ \text{Нм}^2 = 1{,}55\cdot 10^6\ \text{кН}\cdot\text{м}^2. \quad (3)$$

Таким образом были назначены изгибные жесткости всем типам стержней, применяемым в схеме. Для определения продольных жесткостей решается аналогичная задача, в которой модель загружается единичной продольной силой.

Затем была решена задача, связанная с определением нормальных напряжений в теле колонны. Для этого был использован принцип пропорциональности и принцип независимости действия сил (суперпозиции). После назначения жесткостных характеристик элементам стержневой пространственной расчетной модели (рис. 2 цв. вклейки) производился статический расчет, по результатам которого были определены наименее выгодные комбинации загружений и расчетные усилия. Наиболее опасными оказались 2 колонны с расчетными усилиями $M_{расч}$ = 245 кНм, $N_{расч}$ =16 675 кН и $M_{расч}$ = 360 кНм, $N_{расч}$ = 13 035 кН соответственно. Проверка прочности элементов колонны выполнена по формуле:

$$\sigma_{max} = \sigma_M^{расч} + \sigma_N^{расч} = \sigma_M \cdot M_{расч} + \sigma_N \cdot N_{расч} \le R_y, \quad (4)$$

где $\sigma_M^{расч}$,$\sigma_N^{расч}$ – нормальные напряжения, вызванные расчетным значением момента и продольной силы соответственно; σ_M, σ_N – максимальные нормальные напряжения, возникающие в элементе колонны (оболочка, бетон или расчетная арматура) от действия единичного момента или единичной продольной силы соответственно, определенные с помощью твердотельной расчетной модели (рис. 4, 5 цв. вклейки); $M_{расч}$, $N_{расч}$ – расчетные значения момента и продольной силы, определенные с помощью пространственной стержневой модели (рис. 2 цв. вклейки); R_y – расчетное сопротивление материала.

Результаты сведены в таблицу.

По результатам выполненного расчета может быть сделан вывод, что прочность колонны обеспечивается. При этом максимальный запас прочности, равный 48 и 56 % соответственно при комбинациях усилий 1 и 2, возникает в арматурных стержнях в то время, как наиболее нагруженной является стальная труба-оболочка, запас прочности в которой составляет около 5 %. Для рационализации результата может быть выполнена корректировка принятого сечения (рис. 1) с последующим уточнением жесткостных характеристик и расчетных усилий.

Согласно действующим нормативным документам [3–5], для обеспечения полной несущей способности помимо прочности необходимо выполнить проверку устойчивости элемента. Вопросам обеспечения устойчивости сжатых и сжато-изгибаемых элементов уделяется особое внимание [7–13], при этом одной из ведущих работ научным сообществом признается монография В. В. Катюшина [7], изданная в 2005 г.

Проверка прочности элементов колонны

Комбинация усилий		Элемент	σ_M, Па	σ_N, Па	$\sigma_M^{расч}$, Па (10^6)	$\sigma_N^{расч}$, Па (10^6)	σ_{max}, Па (10^6)	R_y, Па (10^6)	Запас, %
$M_{расч}$, Нм	$N_{расч}$, кН								
245 000	$1{,}668 \cdot 10^6$	бетон	20,36	1,16	4,99	19,3	24,3	33,0	26
		арматура	78,17	12,41	19,2	207	226,2	436	48
		труба	179,32	12,58	43,9	210	253	265	5
360 000	$1{,}304 \cdot 10^6$	бетон	20,36	1,16	7,33	15,1	22,8	33,0	31
		арматура	78,17	12,41	28,1	162	190,1	436	56
		труба	179,32	12,58	64,6	164	228,6	265	14

На рис. 3 представлена диаграмма, визуализирующая процент использования материала различных элементов колонны при каждом из рассмотренных сочетаний напряжений.

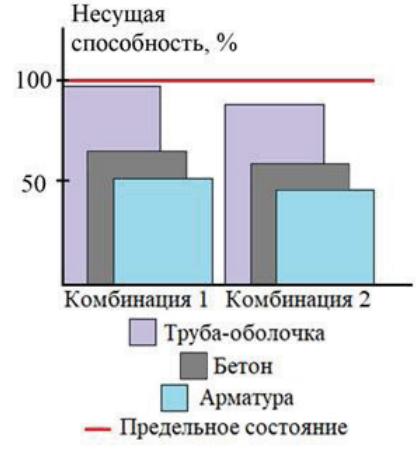


Рис. 3. Диаграмма, визуализирующая процент использования материала различных элементов колонны

Для расчета колонны на устойчивость были приняты расчетные значения моментов $M_{расч}$, а величина продольной силы при этом постепенно увеличивалась. Такая ситуация возможна в случае возникновения локальной нагрузки на перекрытии, значительно превышающей расчетную. При этом задача решалась в геометрически нелинейной постановке при помощи итерационного приложения нагрузки с контролем текущего деформированного состояния. Количество шагов итерации приложения нагрузки определялось автоматически, но не могло быть меньше 50 шагов и превышать 150.

Для контроля сходимости решения программный комплекс *ANSYS* позволяет пользователю отследить величину текущих перемещений и значений нагрузок в модели объекта. Если показатели текущих перемещений и значений нагрузок превышают установленные критические значения (пределы), то программный комплекс *ANSYS* уменьшает приращение нагрузки на шаге итерации с увеличением количества шагов приращения нагрузки. Если количество шагов при этом будет превышать максимум, устанавливаемый пользователем, *ANSYS* выводит со-

общение о невозможности решения задачи за установленное количество шагов, что дает право сделать вывод о несходимости решения. В данном исследовании несходимость решения позволяет сделать вывод о потере устойчивости колонны.

Поскольку добиться потери устойчивости колонны не удалось, может быть сделан вывод, что потеря несущей способности при заданных сечениях и расчетных характеристиках элементов колонны возможна лишь по достижению напряжениями значений, превышающих расчетные сопротивления материалов. Таким образом, локальная устойчивость колонны обеспечена при любых нагрузках. Тем не менее необходимо выполнение расчета общей устойчивости всего здания в целом, что выходит за рамки настоящего исследования.

В результате выполненных исследований прочности и устойчивости может быть сделан вывод, что несущая способность изучаемой колонны обеспечивается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 266.1325800.2016. Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1030/пр : дата введения 1 июля 2017 г. : [редакция от 15 декабря 2020 г.] – URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 07.05.2021). – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф (ННГАСУ). – Текст : электронный.

2. Трубобетон и его применение. – URL: https://studfile.net/preview/8155745/. – Текст : электронный.

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 г. № 891/пр : актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85* : дата введения 4 июня 2017 г. : [редакция от 30 декабря 2020 г.] – Москва : ЦПП, 2016. – 104 с. : ил. – URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 07.05.2021). – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф (ННГАСУ). – Текст : электронный.

4. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 № 126/пр : актуализированная редакция СНиП II-23-81* : дата введения 28 августа 2017 : [редакция от 4 декабря 2019 г.]. – URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 07.05.2021). – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф (ННГАСУ). – Текст : электронный.

5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции Основные положения. СНиП 52-01-2003 : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 декабря 2018 № 832/пр : дата введения 20 июня 2019 г. : [редакция от 22 ноября 2019 г.]. – URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 07.05.2021). – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф (ННГАСУ). – Текст : электронный.

6. Катюшин, В. В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения (расчет, проектирование, строительство) : монография / В. В. Катюшин. – Москва : Стройиздат, 2005. – 656 с. – Текст : непосредственный.

7. Аскинази, В. Ю. Пространственная устойчивость элементов стальных рамных конструкций переменной жесткости : специальность 05.23.01 : автореферат диссертации кандидата технических наук / В. Ю. Аскинази. – Санкт-Петербург, 2017. – 26 с. – Текст : непосредственный.

8. Никора, Н. И. Продольный изгиб стержней переменной жесткости с учетом деформаций ползучести и температурных воздействий : специальность 05.23.17 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Н. И. Никора ; научный руково-

дитель Б. М. Языев ; Ростовский государственный строительный университет. – Ростов-на-Дону, 2016. – 120 с. – Текст : непосредственный.

9. Богданович, А. У. Устойчивость стержня переменного эллиптического сечения при продольном сжатии / А. У. Богданович, А. А. Абдюшев. – Текст : непосредственный // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – Казань, 2006. – № 2(6) – С. 38–41.

10. Богданович, А. У. Продольное сжатие тонкостенного стержня переменного сечения при различных вариантах закрепления торцов / А. У. Богданович, И. Л. Кузнецов. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Строительство. – Москва, 2005. – № 10. – С. 19–25.

11. Беляева, С. Ю. Исследование несущей способности элементов стальной рамы переменного сечения при ошибках сборки и монтажа / С. Ю. Беляева, Д. Н. Кузнецов, И. А. Ковылина. – Текст : непосредственный // Современное строительство и архитектура. – 2016. – № 1 (01). – С. 22–26.

12. Решение задачи устойчивости сжато-изгибаемых жестко опертых стержней переменной жесткости / С. Л. Блюмин, В. В. Зверев, И. В. Сотникова, А. С. Сысоев. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2015. – № 5. – С. 18–27.

13. Галкин, А. В. Задача устойчивости сжато-изгибаемых стержней со ступенчатым изменением жесткости / А. А Галкин, А. С. Сысоев, И. В. Сотникова. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2015. – № 2. – С. 38–44.

LAPSHIN Andrey Aleksandrovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of building structures, rector; KHAZOV Palel Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; KOZHANOV Dmitry Aleksandrovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; LIKHACHYOVA Svetlana Yurevna, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics

ASSESSMENT OF THE STRENGTH AND STABILITY OF COMPOSITE STEEL-REINFORCED CONCRETE ELEMENTS WITH JOINT USE OF ROD AND SOLID-STATE CALCULATION MODELS

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: rod model, solid-state model, strength, stability, steel-reinforced concrete, pipe concrete, normal stresses, composite material.

The article describes domestic experience of research and application of steel-reinforced concrete load-bearing structures. The analysis of the strength and stability of the most loaded column of a high-rise building is carried out. According to the results of the calculation, the most loaded element is identified – a steel shell pipe. It is shown that the loss of stability of the column as a separate element is impossible with this configuration of the section.

REFERENCES

1. SP 266.1325800.2016. Konstruktsii stalezhelezobetonnye. Pravila proektirovaniya [Steel-reinforced concrete structures. Design rules]: svod pravil : izdanie ofitsialnoe : utverzhd. i vved. v deystvie prikazom Min-va stroit-va i zhilischno-kommunal. khoz-va RF ot 30 dekabrya 2016 g. № 1030/pr : data vved. 1 iyulya 2017 g. : redaktsiya ot 15 dekabrya 2020 g. – URL: http://www.consultant.ru (data obrascheniya: 07.05.2021). – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf (NNGASU).

2. Trubobeton i ego primenenie [Pipe concrete and its application]. – URL: https://studfile.net/preview/8155745/.

3. SP 20.13330.2016. Nagruzki i vozdeystviya [Loads and impacts]: svod pravil : izdanie ofitsialnoe : utverzhd. i vved. v deystvie prikazom Min-va stroit-va i zhilischno-kommunal. khoz-va RF ot 3 dekabrya 2016 g. № 891/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.01.07-85* : data vved. 4 iyulya 2017 g. : redaktsiya ot 30 dekabrya 2020 g. – Moscow: TsPP, 2016. – 104 p.: il. URL: http://www.consultant.ru (data obrascheniya: 07.05.2021). – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf (NNGASU).

4. SP 16.13330.2017. Stalnye konstruktsii [Steel structures]: svod pravil : izdanie ofitsialnoe : utverzhd. i vved. v deystvie prikazom Min-va stroit-va i zhilischno-kommunal. khoz-va RF ot 27 fevralya 2017 g. № 126/пр : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP II-23-81* : data vved. 28 avgusta 2017 g. : redaktsiya ot 4 dekabrya 2019 g. – URL: http://www.consultant.ru (data obrascheniya: 07.05.2021). – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf (NNGASU).

5. SP 63.13330.2018. Betonnye i zhelezobetonnye konstruktsii. Osnovnye polozheniya [Concrete and reinforced concrete structures. Generals]. SNiP 52-01-2003 : svod pravil : izdanie ofitsialnoe : utverzhd. i vved. v deystvie prikazom Min-va stroit-va i zhilischno-kommunal. khoz-va RF ot 19 dekabrya 2018 g. № 832/pr : data vved. 20 iyunya 2019 g. : redaktsiya ot 22 noyabrya 2019 g. – URL: http://www.consultant.ru (data obrascheniya: 07.05.2021). – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf (NNGASU).

6. Katyushin V. V. Zdaniya s karkasami iz stalnykh ram peremennogo secheniya (raschyot, proektirovanie, stroitelstvo) [Buildings with frames made of steel frames of variable cross-section (calculations, design, construction)]: monografiya. Moscow: Stroyizdat, 2005, 656 p.

7. Askinazi V. Yu. Prostranstvennaya ustoychivost elementov stalnykh ramnykh konstruktsiy peremennoy zhyostkosti [Spatial stability of elements of steel frame structures of variable rigidity]: spetsialnost 05.23.01 : avtoreferat diss. kandid. tekh. nauk. Saint-Petersburg, 2017, 26 p.

8. Nikora N. I. Prodolny izgib sterzhney peremennoy zhyostkosti s uchyotom deformatsiy polzuchesti i temperaturnykh vozdeystviy [Longitudinal bending of rods of variable stiffness taking into account creep deformations and temperature influences]: spetsialnost 05.23.17 : diss. na soiskanie uchyonoy stepeni kandid. tekh. nauk; nauchny rukovoditel B. M. Yazyev; Rostov. gos. stroit. un-t. – Rostov-on-Don, 2016, 120 p.

9. Bogdanovich A. U., Abdyushev A. A. Ustoychivost sterzhnya peremennogo ellipticheskogo secheniya pri prodolnom szhatii [Stability of a rod of variable elliptical cross-section under longitudinal compression] / Izvestiya Kazan. gos. arkhitektur.-stroit. un-ta [News of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering]. – Kazan, 2006. – № 2(6) – P. 38–41.

10. Bogdanovich A. U., Kuznetsov I. L. Prodolnoe szhatie tonkostennogo sterzhnya peremennogo secheniya pri razlichnykh variantakh zakrepleniya tortsov [Longitudinal compression of a thin-walled rod of variable cross-section with various options for fixing the ends] / Izvestiya vuzov. Stroitelstvo [News of Higher Education Institutions. Construction]. Moscow, 2005. – № 10. – P. 19–25.

11. Belyaeva S. Yu., Kuznetsov D. N., Kovylina I. A. Issledovanie nesuschey sposobnosti elementov stalnoy ramy peremennogo secheniya pri oshibkakh sborki i montazha [Investigation of the bearing capacity of elements of a steel frame of variable cross-section in case of assembly and installation errors] / Sovremennoe stroitelstvo i arkhitektura [Modern construction and architecture]. – 2016. – № 1 (01). – P. 22–26.

12. Blyumin S. L., Zverev V. V., Sotnikova I. V., Sysoev A. S. Reshenie zadachi ustoychivosti szhato-izgibaemykh zhyostko opyortykh sterzhney peremennoy zhyostkosti [The solution of the problem of stability of compressed-bent rigidly supported rods of variable stiffness] / Vestnik MGSU [Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering]. – 2015. – № 5. – P. 18–27.

13. Galkin A. V., Sysoev A. S., Sotnikova I. V. Zadacha ustoychivosti szhato-izgibaemykh sterzhney so stupenchatym izmeneniem zhyostkosti [The problem of stability of compressed-bending rods with a step change in stiffness] / Vestnik MGSU [Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering]. – 2015. – № 2. – P. 38–44.

© А. А. Лапшин, П. А. Хазов, Д. А. Кожанов, С. Ю. Лихачева, 2021

Получено: 01.07.2021 г.

УДК 624.042.41

Б. Б. ЛАМПСИ[1], канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой теории сооружений и технической механики; С. С. ШИЛОВ[1], студент; П. А. ХАЗОВ[1], канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; А. В. ФЕВРАЛЬСКИХ[2], канд. техн. наук, науч. сотрудник, ст. преп. НИО-101

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОГО ПОКРЫТИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96, 951-919-0-919, 961-631-06-81; эл. почта: lampsi@yandex.ru, sergey.shilov.1997mail.ru, khazov.nngasu@mail.ru
[2]ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)»
Россия, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4. Тел.: 901-729-36-39; эл. почта: a.fevralskih@gmail.com
Ключевые слова: экспериментальный метод испытаний, большепролетное покрытие, аэродинамический коэффициент, аэродинамическая труба.

Исследуется возможность определения аэродинамических коэффициентов криволинейной поверхности большепролетного покрытия. Приведены результаты исследования обтекания потоками воздуха большепролетного покрытия по данным, полученным в ходе проведения экспериментов с масштабными моделями в аэродинамической трубе. Описываются основные моменты, которые следует учитывать при исследовании покрытий, имеющих свободный проход воздуха под покрытие. Приводится порядок проведения эксперимента в аэродинамической трубе при наличии имитаторов трибун и при их отсутствии. Приводятся результаты физического эксперимента в виде изополей аэродинамических коэффициентов по поверхности сооружения.

При проектировании уникальных зданий и сооружений одной из ключевых задач является прогнозирование их взаимодействия с ветровыми потоками. При этом задача определения аэродинамических нагрузок сводится к определению коэффициентов аэродинамических сил, поскольку обтекание здания ветровыми потоками в основном осуществляется при таких значениях числа Рейнольдса, при которых значения коэффициентов давления принимаются постоянными.

В последнее время увеличивается число возводимых спортивных сооружений, в том числе арен и стадионов с применением большепролетных покрытий, которые, как правило, имеют сложные объемно-планировочные и конструктивные решения, не имеющие аналогов. Для большинства подобных зданий и сооружений с нестандартными архитектурными и конструктивными формами проблематично, а в ряде случаях невозможно определить влияние ветровых потоков на покрытие с использованием аналитических подходов, принятых в проектировании. Учет аэродинамических характеристик очень важен при расчете таких сооружений по первой и второй группам предельных состояний для обеспечения как прочности и надежности сооружений, так и для безопасности людей.

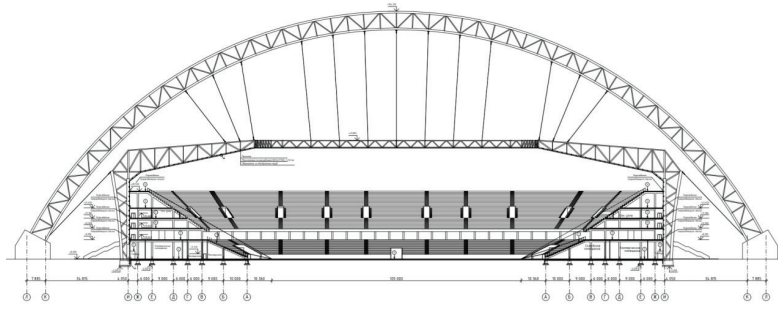
В отечественных и зарубежных нормативных документах нет точных данных о распределении аэродинамических коэффициентов на криволинейные поверхности зданий и сооружений с нетиповыми конструктивными и архитектурными решениями.

Проблема распределения аэродинамических коэффициентов на различные архитектурные формы решается во всем мире, и варианты взаимодействия ветровых потоков с этими формами представлены в работах отечественных и зарубежных авторов [1–11].

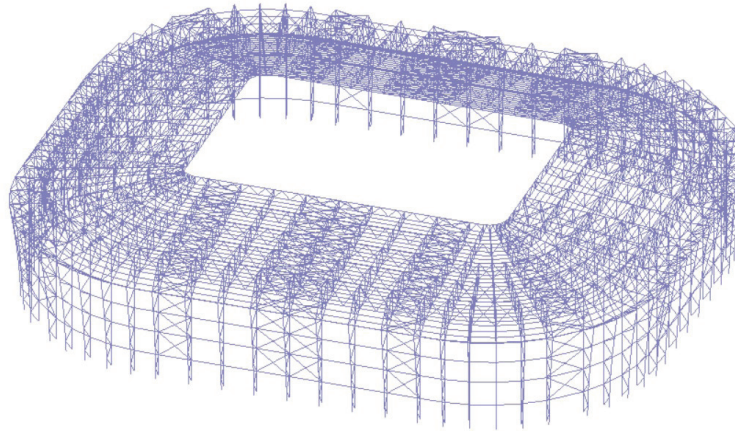
Для сооружений повышенного уровня ответственности аэродинамические коэффициенты устанавливаются на основе физического (экспериментального) моделирования – испытаний в аэродинамических трубах [12], что позволяет получить достоверные изополя распределения аэродинамических коэффициентов по покрытию сооружения.

Цель исследования – определение аэродинамических коэффициентов по покрытию сооружения, а также изучение влияния трибун на перераспределение таких коэффициентов по покрытию.

В качестве объекта исследования взята модель проектируемого сооружения, а именно стадиона на 38000 зрительских мест, габаритные размеры которого составляют 323,0×269,0 метров (рис. 1, рис. 1 цв. вклейки). Для выполнения моделирования в аэродинамической трубе был изготовлен макет из полимерных материалов с применением технологии 3-Д печати. Для изготовления трибун использовался плотный картон (рис. 2 цв. вклейки). Масштаб сооружения составляет 1:740.



а



б

Рис. 1. Моделируемое сооружение: *а* – главный разрез; *б* – фрагмент расчетной схемы

Следует отметить, что измерения производились дважды в каждой рассматриваемой точке (рис. 3 цв. вклейки), так как важно иметь возможность одновременного измерения давления на верхней и нижней поверхностях покрытия для более точного анализа воздействия ветра на сооружение (рис. 2) [13].

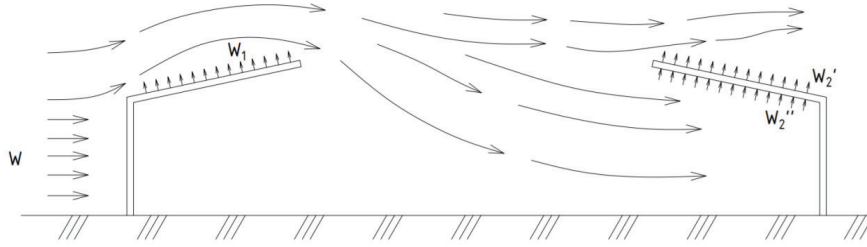


Рис. 2. Схематичное представление распределения ветровых потоков

Физическое моделирование производилось в лаборатории кафедры отопления и вентиляции ННГАСУ. Исследуемая модель помещалась на специальный подиум по центру диаметра трубы для создания равномерного потока. Схема аэродинамической трубы представлена на рис. 3.

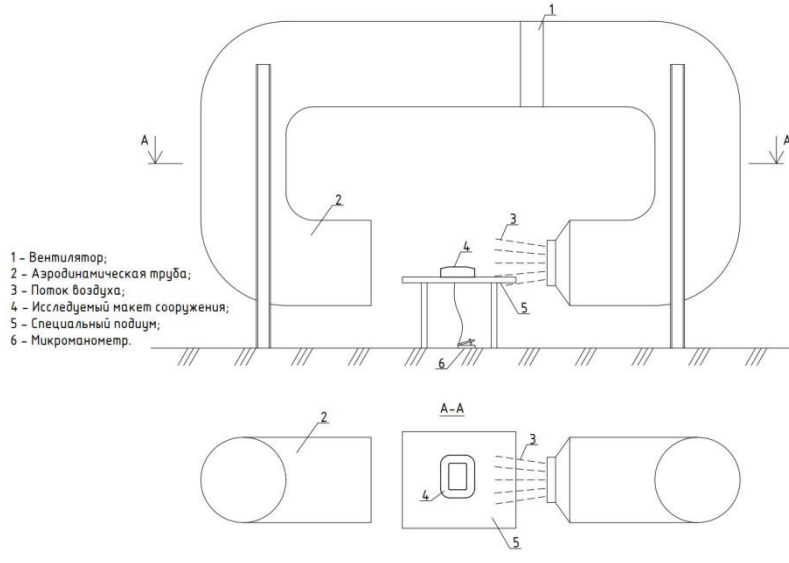


Рис. 3. Схема экспериментальной установки

Исследования осуществлялись при ветре, фронт действия которого направлен на длинную сторону сооружения. С помощью микроманометра были определены показатели, на основании которых вычислялись значения аэродинамических коэффициентов (рис. 4):

$$c_e = p_{пов}/p_0 ,$$

где $p_{пов}$ – давление, измеренное в изучаемой точке; p_0 – динамическое давление, создаваемое ветровым потоком на вертикальную поверхность.

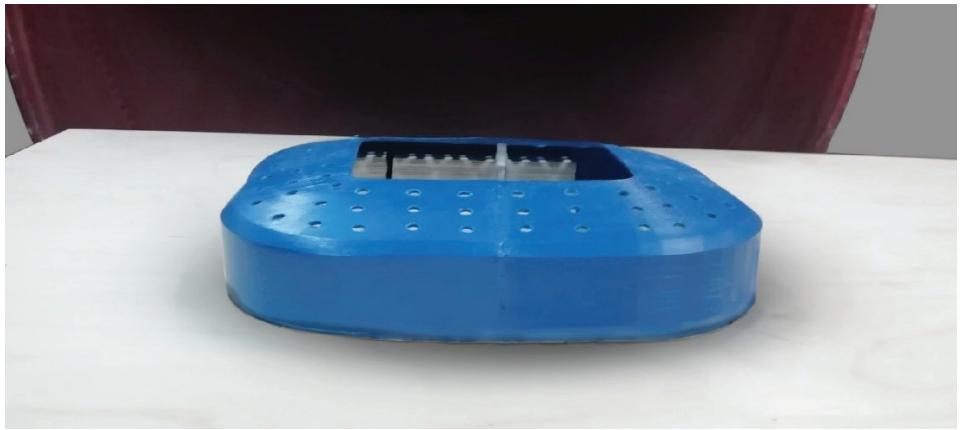
Значения аэродинамических коэффициентов, полученных в ходе проведения эксперимента при продувании макета стадиона без трибун и с ними, приведены соответственно в табл. 1 и 2. Визуальное представление распределения аэродинамических коэффициентов представлено в виде изополей на рис. 4 цв. вклейки.

К СТАТЬЕ Б. Б. ЛАМПСИ, С. С. ШИЛОВА, П. А. ХАЗОВА, А. В. ФЕВРАЛЬСКИХ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОГО ПОКРЫТИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ МЕТОДОМ»

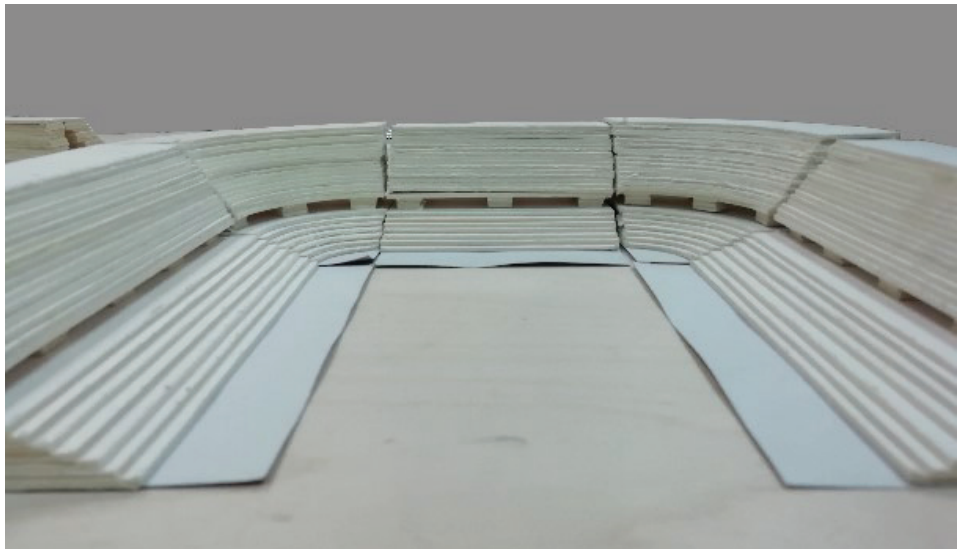
а

б

Рис. 1. Исследуемый проект: *а* – общий вид; *б* – фасад

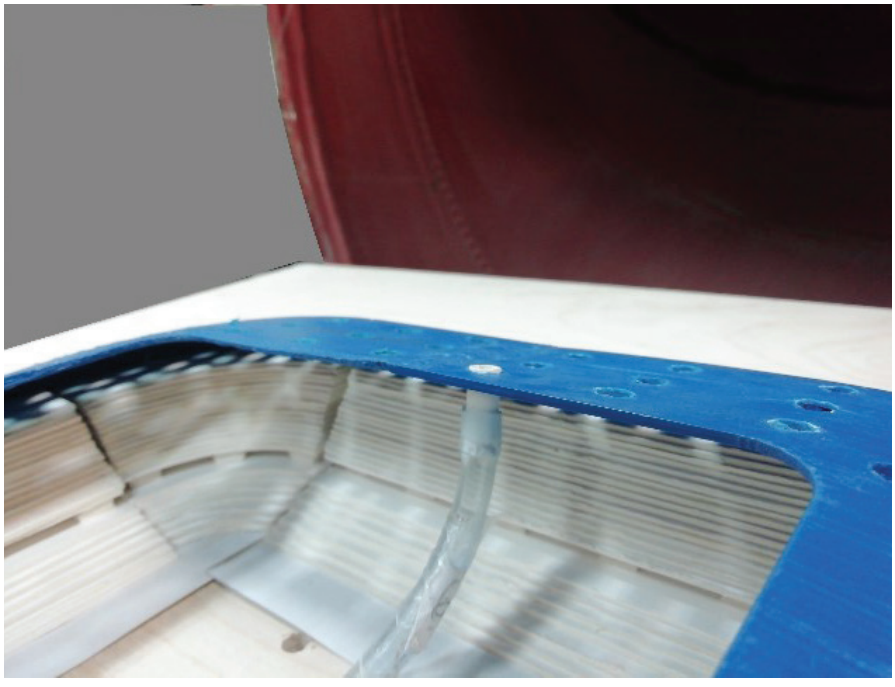


а

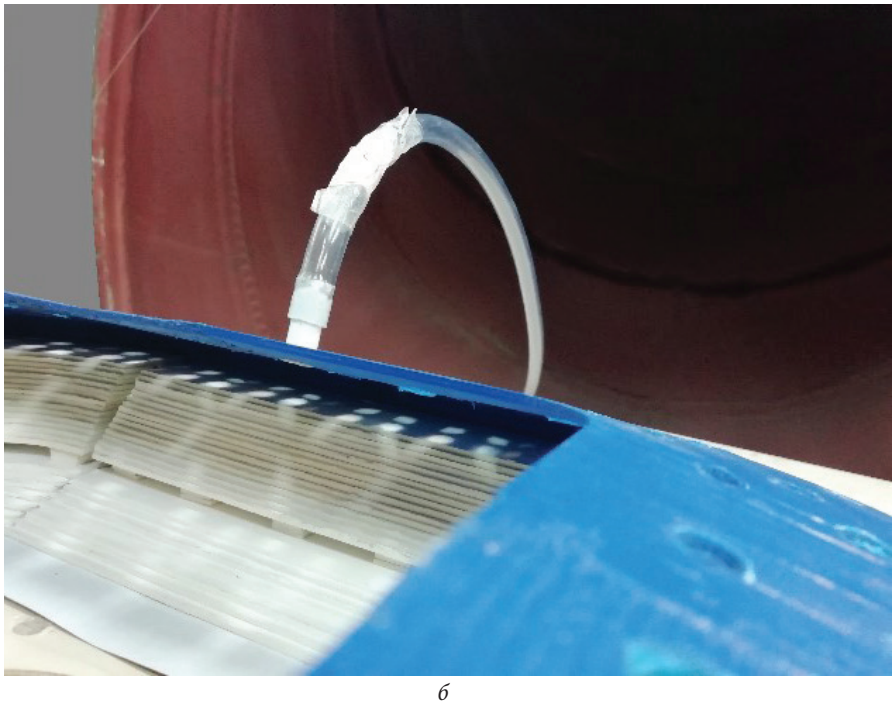


б

Рис. 2. Изготовленный макет: *а* – модель покрытия; *б* – модель трибун

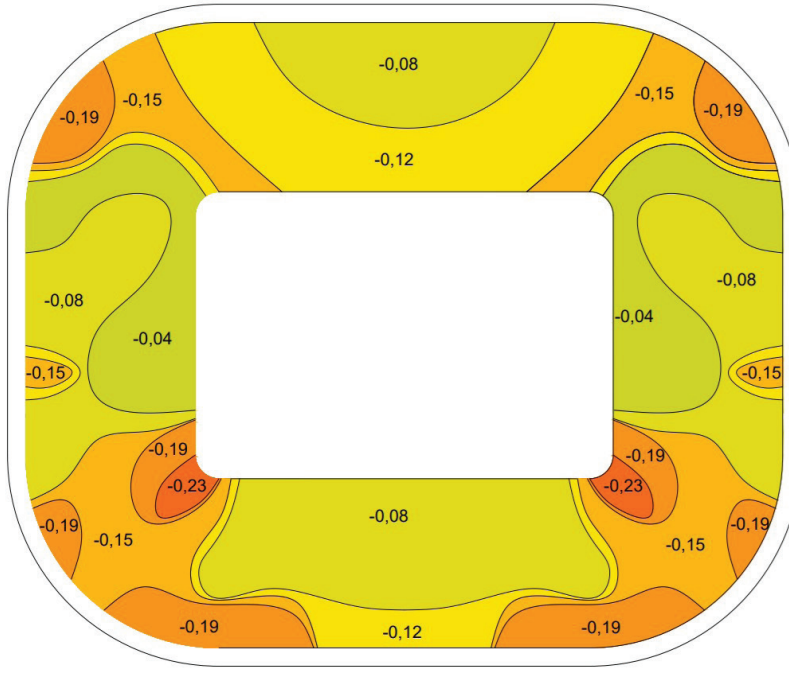


а

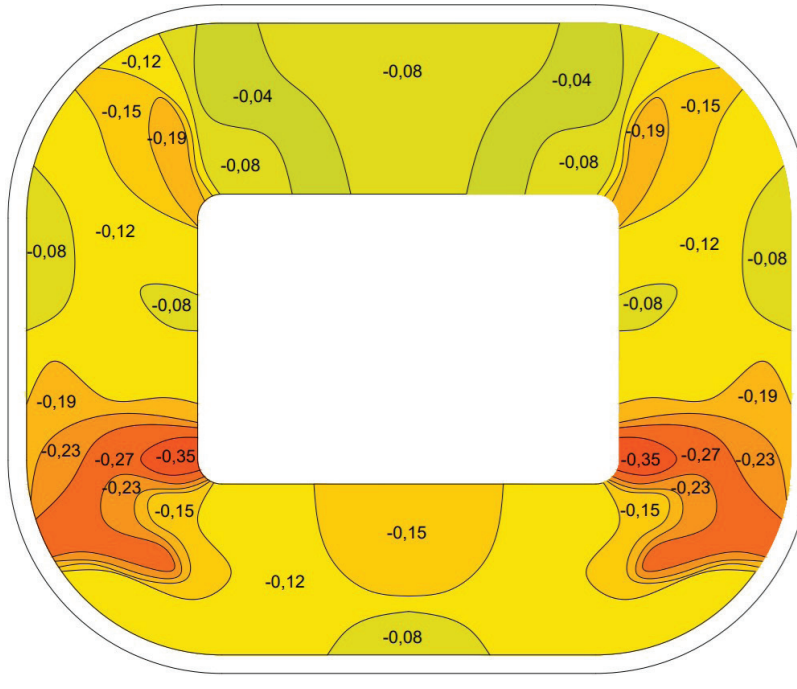


б

Рис. 3. Пример присоединения трубок к исследуемым точкам: *а* – присоединение к нижней поверхности макета; *б* – присоединенные к верхней поверхности макета



а



б

Рис. 4. Изополя аэродинамических коэффициентов: *а* – при отсутствии трибун; *б* – при наличии трибун

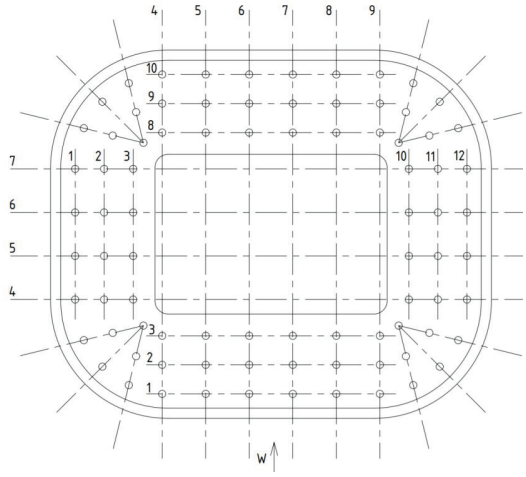


Рис. 4. Направления ветровых потоков, принятых при моделировании

Таблица 1

Значения аэродинамических коэффициентов по результатам продувания макета без трибун

Номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-0,15	-0,12	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,12	-0,15	-	-
2	-	-0,19	-0,15	-0,12	-0,12	-0,08	-0,08	-0,12	-0,12	-0,15	-0,19	-
3	-0,19	-0,04	-0,04	-0,15	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,15	-0,04	-0,04	-0,19
4	-0,04	-0,08	-0,08	-	-	-	-	-	-	-0,08	-0,08	-0,04
5	-0,08	-0,08	-0,04	-	-	-	-	-	-	-0,04	-0,08	-0,08
6	-0,15	-0,04	-0,04	-	-	-	-	-	-	-0,04	-0,04	-0,15
7	-0,08	-0,15	-0,19	-	-	-	-	-	-	-0,19	-0,15	-0,08
8	-0,19	-0,15	-0,23	-0,15	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,15	-0,23	-0,15	-0,19
9	-	-0,15	-0,15	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,15	-0,15	-
10	-	-	-0,19	-0,19	-0,19	-0,12	-0,12	-0,19	-0,19	-0,19	-	-

Таблица 2

Значения аэродинамических коэффициентов по результатам продувания макета с трибунами

Номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-0,12	-0,04	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,04	-0,12	-	-
2	-	-0,15	-0,19	-0,04	-0,04	-0,08	-0,08	-0,04	-0,04	-0,19	-0,15	-
3	-0,12	-0,15	-0,19	-0,08	-0,04	-0,08	-0,08	-0,04	-0,08	-0,19	-0,15	-0,12
4	-0,08	-0,12	-0,12	-	-	-	-	-	-	-0,12	-0,12	-0,08
5	-0,08	-0,12	-0,08	-	-	-	-	-	-	-0,08	-0,12	-0,08
6	-0,19	-0,12	-0,12	-	-	-	-	-	-	-0,12	-0,12	-0,19
7	-0,23	-0,27	-0,35	-	-	-	-	-	-	-0,35	-0,27	-0,23
8	-0,27	-0,23	-0,15	-0,12	-0,12	-0,15	-0,15	-0,12	-0,12	-0,15	-0,23	-0,27
9	-	-0,12	-0,27	-0,15	-0,12	-0,15	-0,15	-0,12	-0,15	-0,27	-0,12	-
10	-	-	-0,12	-0,12	-0,12	-0,08	-0,08	-0,12	-0,12	-0,12	-	-

Примечания к таблицам 1, 2:

1. Номера 1–12 и 1–10 показывают ряды расположения точек исследования (рис. 4).

2. Для наглядного представления ячейки имеют разную цветовую окраску в зависимости от интенсивности ветрового давления.

На основании значений аэродинамических коэффициентов и ветровых нагрузок, полученных в результате эксперимента, можно сделать вывод, что действующее на покрытие ветровое давление отрицательное. Характер распределения коэффициентов в целом имеет схожий характер, однако пиковые значения отличаются. При наличии трибун с наветренной стороны коэффициенты распределяются более равномерно, чем при их отсутствии. С подветренной стороны можно наблюдать снижение воздействия ветровых потоков во втором опыте. Однако при проведении второго эксперимента наблюдалась большая разность между максимальным и минимальным значениями аэродинамических коэффициентов, что означает увеличение возникающих нагрузок на несущие конструкции и увеличение асимметрии ветрового давления. Таким образом, при проведении физического эксперимента следует учитывать влияние трибун.

При проектировании уникальных зданий и сооружений сложной геометрической формы представляется необходимым выполнять физическое моделирование и производить расчет на распределение ветрового давления по поверхности. Для получения более подробной картины следует производить также и численное моделирование модели в программных комплексах расчетных программ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование, строительство и эксплуатация высотных зданий с учетом аэродинамических аспектов / М. К. Михайлова, В. С. Далинчук, А. В. Бушманова, Л. В. Доброгорская. – Текст : непосредственный // Строительство уникальных зданий и сооружений / Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – Санкт-Петербург, 2016. – № 10 (49). – С. 59–74.

2. Айрапетов, А. Б. Новые аспекты аэродинамики ветрового нагружения высотных зданий в мегаполисе, новые подходы и методические принципы исследований как источник концепции формирования новых нормативов проектирования и строительства / А. Б. Айрапетов. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 582–584.

3. Реттер, Э. И. Архитектурно-строительная аэродинамика : монография / Э. И. Реттер. – Москва : Стройиздат, 1984. – 294 с. – Текст : непосредственный.

4. Симиу, Э. Воздействия ветра на здания и сооружения / Э. Симмиу, Р. Сканлан. – Москва : Стройиздат, 1984. – 360 с. – Текст : непосредственный.

5. Экспериментальное исследование распределения ветровой нагрузки на поверхность большепролетного здания / П. А. Хазов, А. В. Февральских, Б. Б. Лампси, Ю. Д. Щелокова, А. М. Анущенко. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 2. – С. 9–16.

6. Исследование обтекания воздушными потоками большепролетной поверхности численным и экспериментальным методами / А. М. Анущенко, В. И. Ерофеев, П. А. Хазов, А. А. Сатанов, А. В. Февральских. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2021. – № 1. – С. 9–18.

7. Березин, М. А. Атлас аэродинамических характеристик строительных конструкций / М. А. Березин, В. В. Катюшин. – Новосибирск : Олден-полиграфия, 2003. – 138 с. – ISBN 5-94905-002-9. – Текст : непосредственный.

8. Поддаева, О. И. Архитектурно-строительная аэродинамика : учебное пособие / О. И. Поддаева, А. С. Кубенин, П. С. Чурин / Министерство образования и науки Российской Федерации, 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. – 2017. – № 6. – С. 602–609.

10. Экспериментальное и численное исследование влияния покрытия на характеристики ветрового потока между соседними зданиями / Д. Гельбашц, Э. Буйрук, Б. Сахин, К. Карабулут, Д. Е. Алнак. – Текст : непосредственный // 8-я международная конференция передовых технологий. – Элязыг, 2017. – С. 1648–1655.

11. Мохамед, А. Сравнение численного исследования влияния выступов здания на аэродинамику с результатами аэродинамических испытаний / А. Мохамед, К. Уайт, С. Уоткинс. – Текст : непосредственный // 15-й семинар Австралийского общества ветроэнергетики. – Сидней, 2012. – 4 с.

12. Мущанов, В. Ф. Исследование аэродинамических коэффициентов провисающих мембранных покрытий инженерных сооружений / В. Ф. Мущанов, А. В. Зубенко, А. А. Дроздов // Металлические конструкции / Донбасская национальная академия строительства и архитектуры. – Макеевка, 2017. – Том 23. № 2. – С. 81–96.

13. 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 г. № 891/пр : актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85* : дата введения 4 июня 2017 г. : [редакция от 30 декабря 2020 г.]. – URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 07.05.2021). – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф (ННГАСУ). – Текст : электронный.

14. Воздействие ветровых и снеговых нагрузок на большепролетные покрытия / Н. А. Попов, И. В. Лебедева, Д. С. Богачев, М. М. Березин. – Текст : непосредственный / Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 12. – С. 71–76.

LAMPSI Boris Borisovich[1], candidate of technical sciences, associate professor, holder of the chair of theory of structures and technical mechanics; SHILOV Sergey Sergeevich[1], student; KHAZOV Pavel Alekseevich[1], candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; FEVRALSKYKH Andrey Vladimirovich[2], candidate of technical sciences, scientist, senior teacher of NIO-101

DETERMINATION OF AERODYNAMIC COEFFICIENTS OF A LARGE-SPAN COVERAGE BY AN EXPERIMENTAL METHOD

[1]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia.
Tel.: +7 (831) 430-54-96, +7 951-919-0-919, +7 961-631-06-81;
e-mail: khazov.nngasu@mail.ru, sergey.shilov.1997@mail.ru
[2]Moscow Aviation Institute (National Research University)
4, Volokalamskoe Rd., Moscow, 125993, Russia. Tel.: +7-901-729-36-39;
e-mail:a.fevralskih@gmail.com
Key words: experimental test method, long-span coverage, aerodynamic coefficient, wind tunnel.

The article studies a possibility of determining aerodynamic coefficients of the curved surface of a large-span coverage. The results of the research of an airflow on a large-span coverage by carrying out experiments with large-scale models in a wind tunnel are given. The main points that are to be considered when examining the coverage having a free passage of air under it are described. The procedure of conducting such an experiment in a wind tunnel with and without grandstands. The results of the experiment are presented in a form of isofields of wind pressure over the surface of the structure.

REFERENCES

1. Mikhaylova M. K., Dalinchuk V. S., Bushmanova A. V., Dobrogorskaya L. V. Proektirovanie, stroitelstvo i ekspluatatsiya vysotnykh zdaniy s uchyotom aerodinamicheskikh aspektov [Design, construction and operation of high-rise buildings taking into account aerodynamic aspects] / Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy [Construction of unique buildings and structures] / Sankt-Peterburgskiy politekhnicheskiy universitet Petra Velikogo. Saint-Petersburg, 2016. № 10 (49). P. 59–74.

2. Ayrapetov A. B. Novye aspekty aerodinamiki vetrovogo nagruzheniya vysotnykh zdaniy v megapolise, novye podkhody i metodicheskie printsipy issledovaniy kak istochnik kontseptsii formirovaniya novykh normativov proektirovaniya i stroitelstva [New aspects of wind loading aerodynamics of high-rise buildings in the megapolis, new approaches and methodological principles of research as a source of the concept of forming new design and construction standards] / Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and Construction]. – 2010. № 3. P. 582–584.

3. Retter E. I. Arkhitekturno-stroitelnaya aerodynamika [Architectural and constructional aerodynamics]: monografiya. Moscow, Stroyizdat, 1984, 294 p.

4. Simiu E., Skanlan R. Vozdeystviya vetra na zdaniya i sooruzheniya [Wind influence on buildings and structures]. – Moscow: Stroyizdat, 1984, 360 p.

5. Khazov P. A., Fevralskykh A. V., Lampsi B. B., Schyolokova Yu.D., Anuschenko A. M. Eksperimentalnoe issledovanie raspredeleniya vetrovoy nagruzki na poverkhnost bolsheprolyotnogo zdaniya [Experimental study of wind load distribution on the surface of large-span buildings]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2019. № 2. P. 9–16.

6. Anuschenko A. M., Erofeev V. I., Khazov P. A., Satanov A. A., Fevralskikh A. V. Issledovanie obtekaniya vozdushnymi potokami bolsheprolyotnoy poverkhnosti chislennym i eksperimentalnym metodami [Study of air flows streamlining of a large-span surface by numerical and experimental methods] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2021. № 1. P. 9–18.

7. Berezin M. A., Katushin V. V. Atlas aerodinamicheskikh kharakteristik stroitelnykh konstuktsiy [Atlas of aerodynamic charactristics of building structures]. Novosibirsk: Olden-poligrafiya, 2003, 138 p. ISBN 5-94905-002-9.

8. Poddaeva O. I., Kubenin A. S., Churin P. S. Arkhitekturno-stroitelnaya aerodinamika [Architectural-construction aerodynamics] : uchebnoe posobie / Min-vo obrazovaniya i nauki Ros. Fed., Natsional. issledov. Moskov. gos. stroit. un-t. – Moscow: NIU MGSU, 2015, 88 p. ISBN 978-5-7264-1194-1.

9. Poddaeva O. I., Dunichkin I. V. Arkhitekturno-stroitelnaya aerodinamika [Architectural-construction aerodynamics] / Vestnik MGSU [Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering]. – Moscow, 2017. № 6. P. 602–609.

10. Gelbashts D., Buyruk E., Sakhin B., Karabulut K., Alnak D. E. Eksperimentalnoe i chislennoe issledovanie vliyaniya pokrytiya na kharakteristiki vetrovogo potoka mezhdu sosednimi zdaniyami [Experimental and Numerical Investigation of the Effect of Rooftop on the Flow Characteristic Between Two Buildings] // 8-ya mezhdunarodnaya konferentsiya peredovykh tekhnologiy. – Elyazyg, 2017. P. 1648–1655.

11. Mohamed A., White K., Watkins S. Sravnenie chislennogo issledovaniya vliyaniya

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

12. Muschanov V. F., Zubenko A. V., Drozdov A. A. Issledovanie aerodinamicheskikh koeffitsientov provisayuschikh membrannykh pokrytiy inzhenernykh sooruzheniy [Study of the aerodynamic coefficients of sagging membrane coatings of engineering structures]. Metallicheskie konstruktsii [Steel constructions]. Donbass. national. akademiya stroit. i arkhitek. Makeevka, 2017. Vol. 23, № 2. P. 81–96.

13. SP 20.13330.2016 Nagruzki i vozdeystviya [Loads and effects]: svod pravil: utverzh. i vved. v deystvie Prikazom Min-va stroit-va i zhilischno-kommunal. khoz-va RF ot 3 dekabrya 2016 g. № 891/pr: aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.1.07-85* : data vved. 4 iyunya 2017 g.: redaktsiya ot 30 dekabrya 2020g. – URL: http://www.consultant.ru (data obrascheniya: 07.05.2021). – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf (NNGASU).

14. Popov N. A., Lebedeva I. V., Bogachyov D. S., Berezin M. M. Vozdeystvie vetrovykh i snegovykh nagruzok na bolsheprolyotnye pokrytiya [Impact of wind and snow loads on large-spand coverages // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo [Industrial and Civil Engineering]. 2016. № 12. P. 71–76.

©Б. Б. Лампси, С. С. Шилов, П. А. Хазов, А. В. Февральских, 2021
Получено: 01.07.2021 г.

УДК 699.841:624.07

П. А. ХАЗОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; Л. Ю. ЦВЕТНОВА, ст. преподаватель кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗГИБНО-КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ С НЕРАВНОМЕРНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЖЕСТКОСТЕЙ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

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, tyagunovaly@yandex.ru
Ключевые слова: каркасное здание, собственные колебания, частота собственных колебаний, сейсмическая нагрузка, акселерограмма, магнитуда, землетрясение, динамический коэффициент.

Производится расчет и сравнительный анализ работы несущих конструкций каркасного здания в условиях сейсмической активности при разных условиях закрепления несущих конструкций в основании. Расчеты сейсмических нагрузок производятся спектральным и динамическим методами. В качестве расчетных моделей воздействия авторами приняты акселерограммы реального землетрясения, произошедшего в 1993 г. в районе Камчатского полуострова. Сравнение результатов показывает, что наличие упругого основания существенно влияет на итоговое распределение нагрузок.

При проектировании зданий и сооружений в сейсмически опасных регионах согласно нормативным документам [1] рекомендуется принимать архитектурные и конструктивные решения, обеспечивающие геометрическую и жесткост-

ную симметричность в плане, а также симметричные распределения нагрузок. Соблюдение этих рекомендаций существенно упрощает последующие этапы расчета и проектирования несущих конструкций. Во-первых, обеспечивается сбалансированное распределение масс, что в итоге приводит к тому, что массы могут считаться сосредоточенными в уровне перекрытий. Во-вторых, центр сосредоточения масс будет располагаться на оси жесткости всего здания. Такой подход позволяет применить для сейсмических расчетов наиболее простую, но весьма надежную консольную расчетную схему [1], которая имеет лишь поступательные (изгибные) степени свободы и формы колебаний (например, здание, изученное в [2], рис. 1 цв. вклейки).

Тем не менее в стесненных условиях городской застройки не всегда удается строго соблюсти все вышеперечисленные аспекты, в частности геометрическую симметрию. Широкое внедрение зданий многофункционального назначения делает практически невозможной симметрию нагрузок, а, следовательно, и жесткостей, ввиду различного назначения отдельных помещений. Это приводит к необходимости применения пространственных расчетных моделей, имеющих большое число степеней свободы. Расчет таких моделей без применения программно-вычислительных комплексов не представляется возможным и реализуется последние несколько десятилетий в различных САПР.

Ввиду того, что строительство ведется повсеместно, в том числе и в зонах сейсмической активности, появилась необходимость производить расчеты поведения конструктивных элементов зданий и сооружений в условиях сейсмических воздействий. Из-за этого изучению колебаний конструкций зданий и сооружений в последние годы уделяется особое внимание [3–9]. Что касается динамических расчетов, остается открытым вопрос о количестве учитываемых степеней свободы и форм колебаний систем. Требование учета лишь степеней свободы, в которые входит 90–95 % , приводит к ошибкам при проектировании легких, но весьма важных элементов системы – антенн и мачт на крышах зданий, облегченных декоративных элементов и пр.

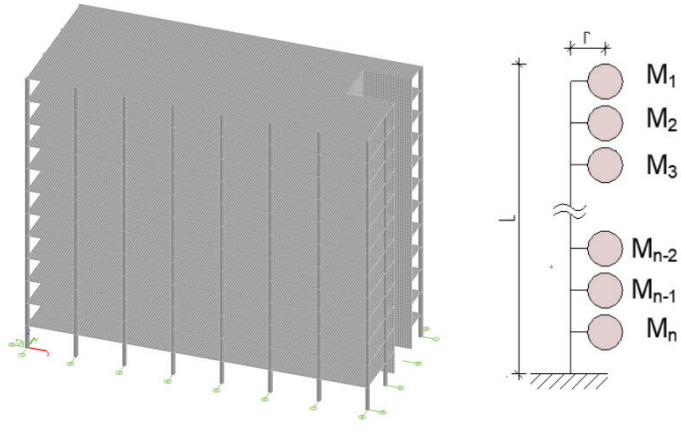


Рис. 1. Пространственная конечно-элементная модель здания

В настоящей статье представляется анализ пространственной конечно-элементной модели здания с несовпадающими центрами масс и жесткостей (рис. 1) в квазистатической простановке, с определением динамических характеристик и

сейсмических нагрузок с помощью упрощенных консольных моделей, совершающих совместные изгибно-крутильные колебания (рис. 2, 3).

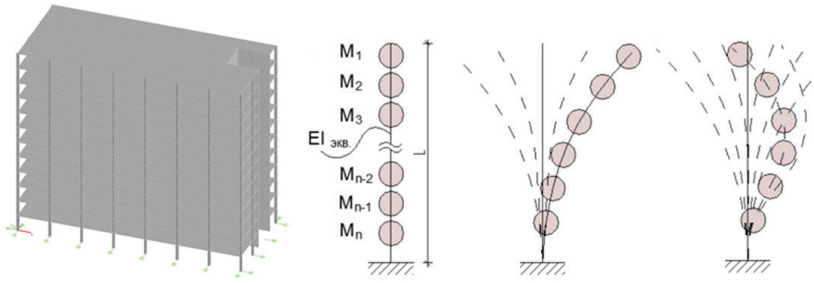


Рис. 2. Модель здания с жестким закреплением несущих конструкций: *а* – пространственная конечно-элементная модель; *б* – консольная динамическая модель; *в* – первая и вторая формы колебаний

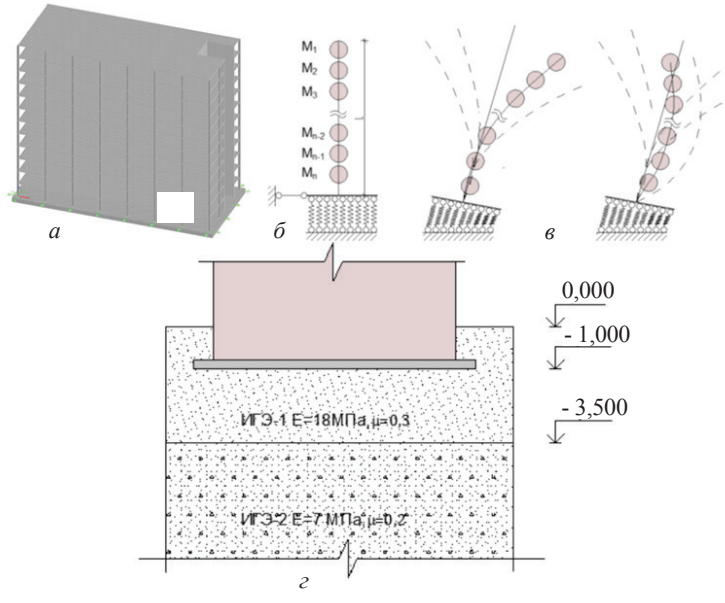
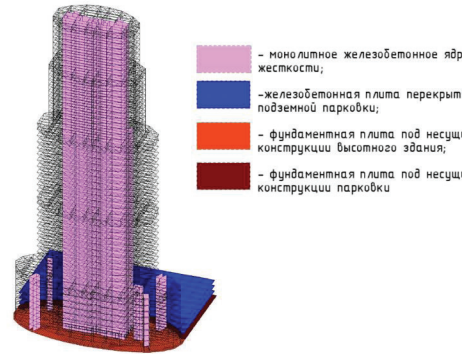


Рис. 3. Модель здания с упругим основанием: *а* – пространственная конечно-элементная модель; *б* – консольная динамическая модель; *в* – первая и вторая формы колебаний; *г* – схема расположения инженерно-геологических элементов в основании здания

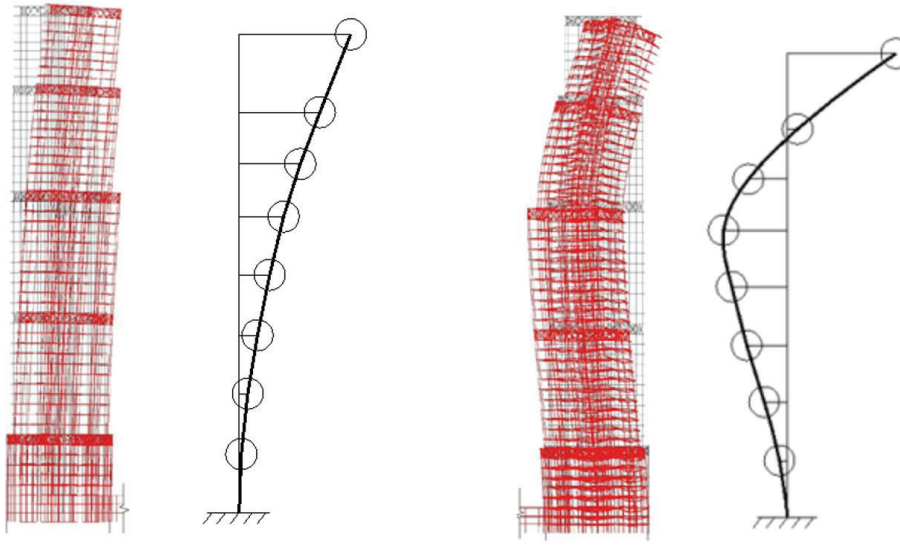
Как показано в целом ряде работ [6, 10], наличие упругого основания значительно изменяет динамические характеристики системы. Оценка влияния упругого основания проводится путем наложения на модель двух типов граничных условий – жесткие заделки в колоннах (рис. 2) и упругое основание под фундаментной плитой (рис. 3).

К СТАТЬЕ П. А. ХАЗОВА, Л. Ю. ЦВЕТНОВОЙ «ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗГИБНО-КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ С НЕРАВНОМЕРНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЖЕСТКОСТЕЙ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ»

а



б



в

Рис. 1. Результаты расчета собственных колебаний высотного здания: *а* – общий вид; *б* – пространственная расчетная модель; *в* – первая и вторая формы собственных колебаний

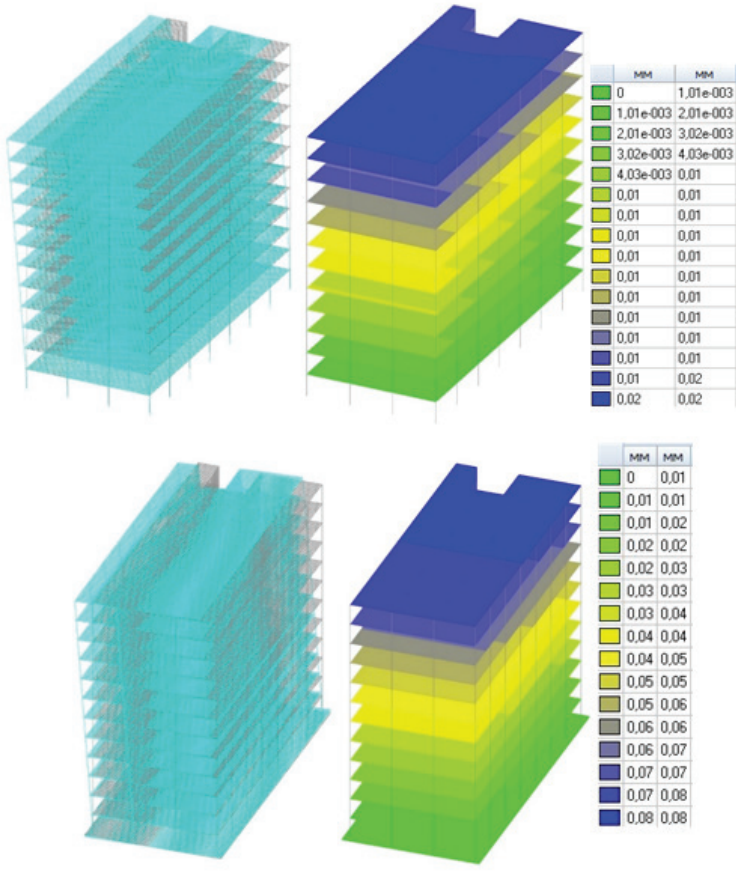


Рис. 2. Пространственная конечно-элементная модель при статических загружениях в уровнях перекрытий (расчет на изгибные колебания)

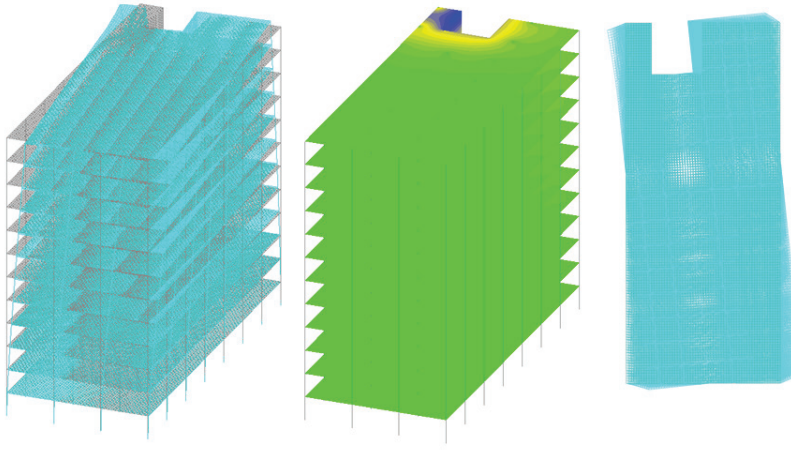


Рис. 3. Пространственная конечно-элементная модель при статических загружениях в уровнях перекрытий (расчет на крутильные колебания)

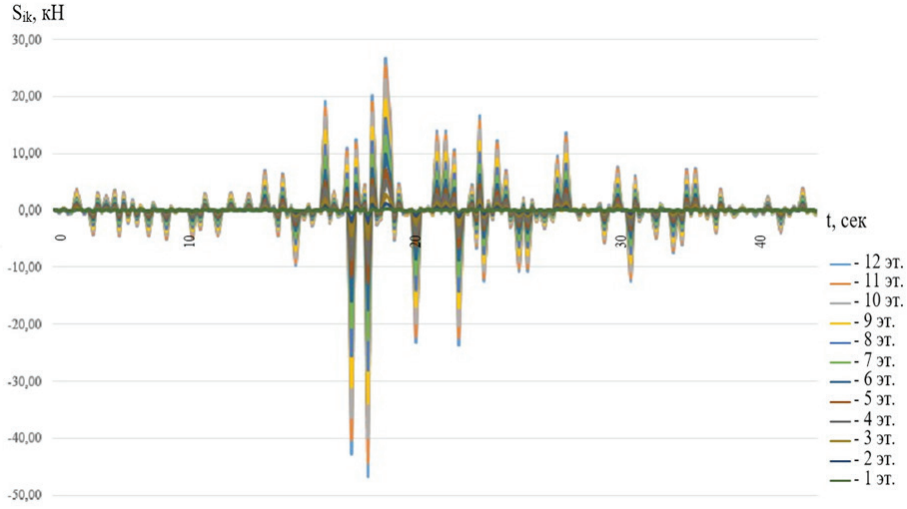


Рис. 4. Реальные сейсмические нагрузки (силовая сейсмическая нагрузка; конечно-элементная модель – с жестким закреплением колонн в основании)

Рис. 5. Реальные сейсмические нагрузки (силовая сейсмическая нагрузка; конечно-элементная модель – с упругим основанием)

Рис. 6. Реальные сейсмические нагрузки (моментная сейсмическая нагрузка; конечно-элементная модель – с жестким закреплением колонн в основании)

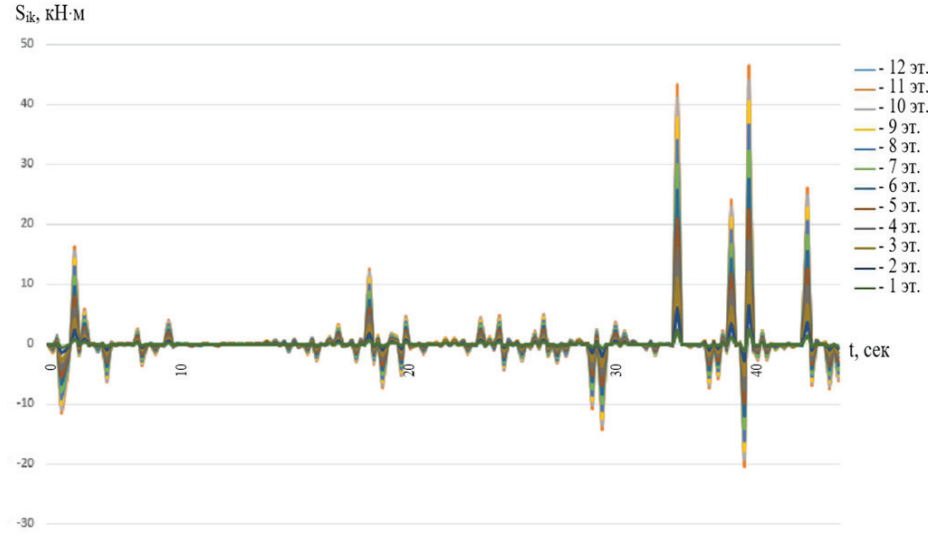


Рис. 7. Реальные сейсмические нагрузки (моментная сейсмическая нагрузка; конечно-элементная модель – с упругим основанием)

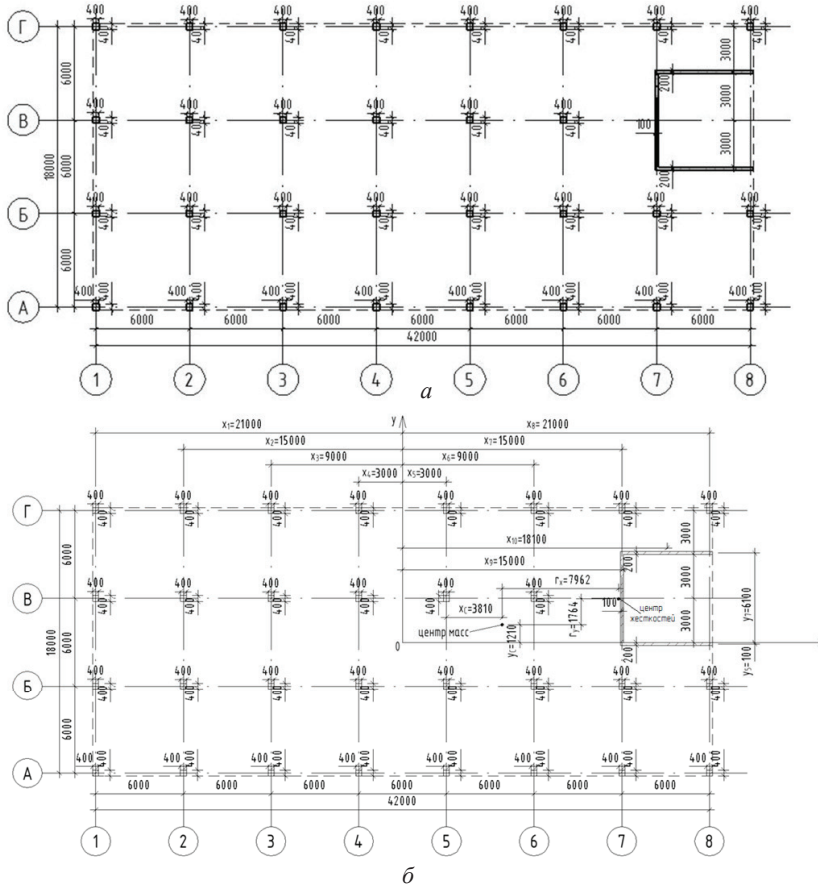


Рис. 4. К определению положения центров масс и жесткостей здания: *а* – план расположения несущих конструкций здания; *б* – расположение центров масс и жесткостей здания

На рис. 4*а* приводится план расположения несущих конструкций здания. Ввиду несимметричности распределения жесткостей центр сосредоточения масс не совпадает с центром жесткостей здания (рис. 4*б*). Это приводит к тому, что в консольной расчетной модели возникает не только поступательная, но и крутильная степень свободы каждой массы. В этом случае консольная модель преобразуется к виду, показанному на рис. 2*б* и рис. 3*б*, где длина вспомогательных консолей совпадает с расстоянием между центром масс и центром жесткости (рис. 4*б*).

Таким образом, результирующее сейсмическое воздействие складывается из воздействий двух видов:

– сосредоточенные силы, приложенные в уровне каждой массы, впоследствии заменяются равномерными распределенными по площади перекрытий нагрузками (рис. 2*а* и рис. 3*а*);

– сосредоточенные закручивающие моменты, приложенные в уровне каждой массы, впоследствии заменяются линейно-изменяющимися нагрузками, закручивающими перекрытие (рис. 2*б* и рис. 3*б*).

Также при постановке задач учитывалось, что сейсмическая нагрузка может быть определена либо спектральным, либо прямым динамическим методом рас-

чета. Таким образом, поэтапно решены следующие задачи (все задачи решены как для жесткого, так и для податливого оснований):

1. Определение частот и форм поступательных и крутильных колебаний системы.

2. Определение совместных изгибно-крутильных частот системы.

3. Определение горизонтальных и моментных сейсмических нагрузок спектральным методом.

4. Определение горизонтальных и моментных сейсмических нагрузок прямым динамическим методом.

Определение частот и форм поступательных и крутильных колебаний системы

Поступательные колебания системы описываются системой уравнений (1), которая имеет нетривиальное решение при соблюдении условия (2).

$$\begin{cases} (\delta_{11} M_1 - 1/\omega^2)\, a_1 + M_2 \delta_{12}\, a_2 + M_3 \delta_{13} + \cdots + M_n \delta_{1n} a_n = 0 \\ M_1 \delta_{21}\, a_1 + (\delta_{22} M_{21} - 1/\omega^2)\, a_2 + M_3 \delta_{23}\, a_3 + \cdots + M_n \delta_{2n}\, a_n = 0 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ M_1 \delta_{n1}\, a_1 + M_2 \delta_{n2}\, a_2 + M_3 \delta_{n3}\, a_3 + \cdots + (\delta_{nn} M_n - 1/\omega^2)\, a_n = 0 \end{cases} ; \qquad (1)$$

$$\det W = \begin{vmatrix} (\delta_{11} M_1 - 1/\omega^2) & M_2 \delta_{12} & \cdots & M_n \delta_{1n} \\ M_1 \delta_{21} & (\delta_{22} M_{21} - 1/\omega^2) & \cdots & M_n \delta_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ M_1 \delta_{n1} a_1 & M_2 \delta_{n2} & \cdots & (\delta_{nn} M_n - 1/\omega^2) \end{vmatrix} = 0 , \qquad (2)$$

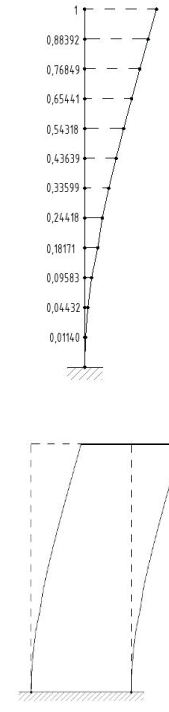
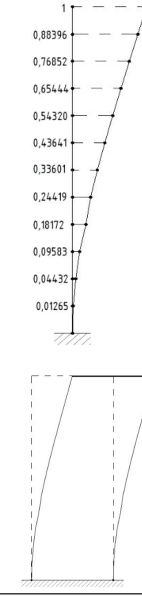
где M_i – масса этажа, которая включает в себя массу перекрытий, приведенных к нему стен, колонн, диафрагм жесткости, а также действующих длительных нагрузок, имеющих гравитационную природу; δ_{ij} – элемент матрицы податливости системы, определяемый как удельное перемещение сосредоточения *i*-й массы от единичной силы, приложенной в точке сосредоточения *j*-й массы (определяется с помощью пространственной расчетной модели, рис. 2 цв. вклейки); ω – частота собственных колебаний системы.

Для определения элементов матрицы податливости использована пространственная конечно-элементная модель при статических загружениях в уровнях перекрытий (рис. 2 цв. вклейки). Как видно из рис. 2 цв. вклейки, наличие упругого основания существенно повышает общую податливость системы и в последующем оказывает значительное влияние на частотный спектр здания.

Результаты расчета поступательных колебаний системы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Динамические характеристики и формы поступательных колебаний здания

Тип основания	Круговая частота, ω	Период, *T*	Частота, *n*	Коэффициент формы, φ	Форма
Здание с жестким основанием	5,25	1,158	0,836	$\varphi_1 = 1$	
				$\varphi_2 = 0{,}88391$	
				$\varphi_3 = 0{,}76849$	
				$\varphi_4 = 0{,}65441$	
				$\varphi_5 = 0{,}54318$	
				$\varphi_6 = 0{,}43639$	
				$\varphi_7 = 0{,}33599$	
				$\varphi_8 = 0{,}24418$	
				$\varphi_9 = 0{,}18171$	
				$\varphi_{10} = 0{,}09583$	
				$\varphi_{11} = 0{,}04432$	
				$\varphi_{12} = 0{,}01140$	
Здание с упругим основанием	2,63	2,391	0,418	$\varphi_1 = 1$	
				$\varphi_2 = 0{,}88396$	
				$\varphi_3 = 0{,}76852$	
				$\varphi_4 = 0{,}65444$	
				$\varphi_5 = 0{,}54320$	
				$\varphi_6 = 0{,}43641$	
				$\varphi_7 = 0{,}33601$	
				$\varphi_8 = 0{,}24419$	
				$\varphi_9 = 0{,}18172$	
				$\varphi_{10} = 0{,}09583$	
				$\varphi_{11} = 0{,}04432$	
				$\varphi_{12} = 0{,}01265$	

При определении частот и форм крутильных колебаний необходимо преобразовать систему уравнений (1), заменив обобщенные координаты и обобщенные силы на угловые. Тогда система (1) примет вид:

$$\begin{cases} J_1\,\alpha_{11} - 1/(\omega^2{}_{\text{КР}}))\,\Theta_1 + J_2\,\alpha_{12}\,\Theta_2 + \cdots + J_n\,\alpha_{1n}\,\Theta_n = 0 \\ J_1\,\alpha_{21}\,\Theta_1 + (J_2\,\alpha_{22} - 1/(\omega^2{}_{\text{КР}}))\,\Theta_2 + \cdots + J_n\,\alpha_{2n}\,\Theta_n = 0 \\ \quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ J_1\,\alpha_{n1}\,\Theta_1 + J_2\,\alpha_{n2}\,\Theta_2 + \cdots + (J_n\,\alpha_{nn} - 1/(\omega^2{}_{\text{КР}}))\,\Theta_n = 0 \end{cases}, \qquad (3)$$

где α_{ij} – удельное угловое перемещение (рад) точки сосредоточения i-й массы M_i, от единичного крутящего момента, приложенного в точке сосредоточения j-й массы (определяется с помощью пространственной расчетной модели, рис. 3 цв. вклейки); $\omega_{\text{КР}}$ – частота собственных крутильных колебаний системы; J_i – физический момент инерции перекрытия относительно центра жесткости, определяемый как

$$J_i = M_i \cdot r^2 \ , \qquad (4)$$

где r^2 – квадрат эксцентриситета между центром масс и центром жесткости здания, в результате которого возникает кручение системы, определяется согласно рис. 4*б*.

Результаты расчета крутильных колебаний системы приведены в табл. 2.

Определение совместных изгибно-крутильных частот системы

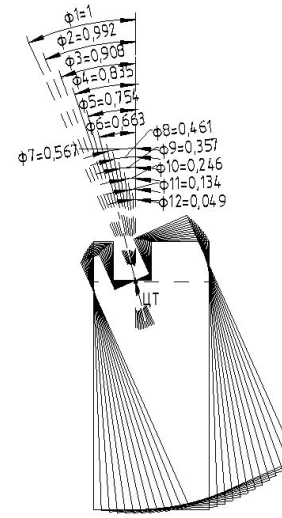
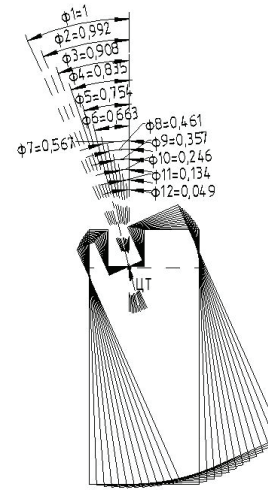
На основании полученных первых поступательных и крутильных частот собственных колебаний многоэтажного каркасного здания значение общей круговой частоты собственных изгибно-крутильных колебаний здания, учитывающей совместно частоты поступательных и крутильных форм колебания здания, описываются системой уравнений [11]:

$$\begin{cases} M\ddot{y}(t) + Gy(t) + b\theta(t) = 0, \\ J\ddot{\theta}(t) + by(t) + d\theta(t) = 0, \end{cases} \qquad (5)$$

где G – суммарная сдвиговая жесткость поперечных несущих конструкций; b – сила, которую нужно приложить к перекрытию в ее центр масс, чтобы предотвратить поступательное смещение при единичных поворотах; $y(t)$ – линейное перемещение перекрытия; $\ddot{y}(t)$ – ускорение; $\theta(t)$ – угол поворота; $\ddot{\theta}(t)$– угловое ускорение.

Таблица 2

Динамические характеристики и формы крутильных колебаний здания

Тип основания	Круговая частота, ω	Период, *T*	Частота, *n*	Коэффициент формы, φ	Форма
Здание с жестким основанием	1,683	3,732	0,268	$\varphi_1 = 1$	
				$\varphi_2 = 0{,}99248$	
				$\varphi_3 = 0{,}90815$	
				$\varphi_4 = 0{,}83507$	
				$\varphi_5 = 0{,}75437$	
				$\varphi_6 = 0{,}66293$	
				$\varphi_7 = 0{,}56724$	
				$\varphi_8 = 0{,}46131$	
				$\varphi_9 = 0{,}35665$	
				$\varphi_{10} = 0{,}24605$	
				$\varphi_{11} = 0{,}13427$	
				$\varphi_{12} = 0{,}04911$	
Здание с упругим основанием	1,410	4,455	0,224	$\varphi_1 = 1$	
				$\varphi_2 = 0{,}99252$	
				$\varphi_3 = 0{,}90877$	
				$\varphi_4 = 0{,}83523$	
				$\varphi_5 = 0{,}75442$	
				$\varphi_6 = 0{,}66299$	
				$\varphi_7 = 0{,}56733$	
				$\varphi_8 = 0{,}46144$	
				$\varphi_9 = 0{,}35679$	
				$\varphi_{10} = 0{,}24613$	
				$\varphi_{11} = 0{,}13446$	
				$\varphi_{12} = 0{,}04928$	

При гармоническом законе колебаний здания: $y(t) = y\sin(\omega t)$, $\theta(t) = \theta\sin(\omega t)$ [11], имеем:

$$\begin{cases} (G - M\omega^2)y + b\theta = 0, \\ by + (d - J\omega^2)\theta = 0. \end{cases} \qquad (6)$$

Решая векторное уравнение (6), запишем уравнение, которое характеризует круговую частоту изгибно-крутильных форм колебания здания совместно:

$$\omega_{1,2} = \sqrt{\frac{(\omega_{П}^2 + \omega_{КР}^2)}{2} \pm \sqrt{\frac{(\omega_{П}^2 - \omega_{КР}^2)^2}{4} + \frac{b^2}{MJ}}}\ , \qquad (7)$$

где $\omega^2_{П}$,$\omega^2_{КР}$ – квадраты частот поступательных и крутильных колебаний.

В соответствии с формулой (7) для здания с жестким основанием: $\omega_1 = 5{,}25$ рад/с, $\omega_2 = 1{,}68$ рад/с; на упругом основании: $\omega_1 = 2{,}63$ рад/с, $\omega_2 = 1{,}41$ рад/с.

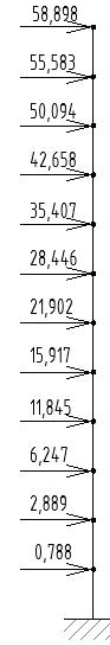
Определение горизонтальных и моментных сейсмических нагрузок спектральным методом

Расчетная сейсмическая нагрузка (силовая или моментная) S_{ik} по направлению обобщенной координаты с номером i, приложенная к узловой точке i и соответствующая k-й форме собственных колебаний зданий или сооружений, определяется согласно п. 5.19 [1]. При сейсмичности площадки 8 баллов и более, повышенной только в связи с наличием грунтов категорий III и IV, к значению S_{ik} вводится множитель 0,7, учитывающий нелинейное деформирование грунтов при сейсмических воздействиях.

В табл. 3, 4 приводятся результаты расчета силовых и моментных составляющих сейсмической нагрузки.

Таблица 3

Определение расчетной силовой сейсмической нагрузки

Тип основания	Номер этажа	K_0	K_1	S_{0ik},кН	S_{ik},кН	Схема приложения нагрузки
Без учета податливости основания	1	1,1	0,3	178,4808	58,89866	
	2			168,4353	55,58363	
	3			151,8002	50,09408	
	4			129,2671	42,65814	
	5			107,2946	35,40722	
	6			86,20064	28,44621	
	7			66,37014	21,90214	
	8			48,23352	15,91706	
	9			35,89282	11,84463	
	10			18,92925	6,246654	
	11			8,754561	2,889005	
	12			2,387878	0,787997	

Окончание табл. 3

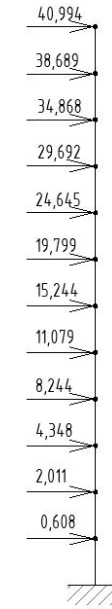
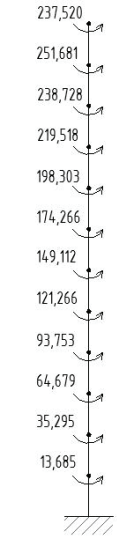
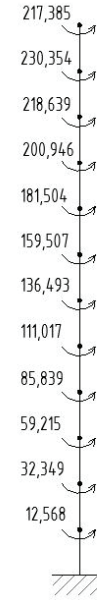
Тип основания	Номер этажа	K_0	K_1	S_{0ik},кН	S_{ik},кН	Схема приложения нагрузки
С учетом податливости основания	1	1,1	0,3	124,22559	40,99444	
	2			117,23907	38,68889	
	3			105,66033	34,86791	
	4			89,97621	29,69214	
	5			74,68232	24,64516	
	6			59,99991	19,79997	
	7			46,19693	15,24498	
	8			33,57297	11,07908	
	9			24,98327	8,244481	
	10			13,17576	4,348002	
	11			6,09365	2,010907	
	12			1,84292	0,608165	

Таблица 4

Определение расчетной моментной сейсмической нагрузки

Тип основания	Номер этажа	K_0	K_1	S_{0ik},кН	S_{ik},кН	Схема приложения нагрузки
Без учета податливости основания	1	1,1	0,3	5866,0314	237,52028	
	2			6215,7804	251,68190	
	3			5895,8653	238,72828	
	4			5421,4174	219,51751	
	5			4897,4992	198,30364	
	6			4303,8551	174,26652	
	7			3682,6192	149,11218	
	8			2994,9035	121,26603	
	9			2315,4329	93,753723	
	10			1597,3987	64,679948	
	11			871,70383	35,295983	
	12			337,97743	13,684975	

Окончание табл. 4

Тип основания	Номер этажа	K_0	K_1	S_{0ik},кН	S_{ik},кН	Схема приложения нагрузки
С учетом податливости основания	1	1,1	0,3	5368,7415	217,38462	
	2			5689,0700	230,35498	
	3			5399,7302	218,63938	
	4			4962,7701	200,94652	
	5			4482,6137	181,50458	
	6			3939,3544	159,50760	
	7			3370,9617	136,49293	
	8			2741,7845	111,01704	
	9			2119,9750	85,839481	
	10			1462,4554	59,215985	
	11			798,93452	32,349495	
	12			310,39633	12,568194	

Определение горизонтальных и моментных сейсмических нагрузок прямым динамическим методом

Прямые динамические расчеты зданий и сооружений следует выполнять с использованием расчетных акселерограмм $a_i(t) = A_i y_i(t)$, где i – номер составляющей вектора колебаний; A_i – максимальное значение амплитуды ускорений; $y(t)$ – нормированная на единицу функция, описывающая колебание грунта во времени.

В качестве расчетной модели воздействия были приняты акселерограммы, приведенные в работе О. В. Павленко [12] (рис. 5). По результатам расчета были получены графики реальных изменений сейсмических нагрузок. При этом коэффициент динамичности был рассчитан по формуле (10), что позволяет оценить резонансные эффекты в процессе вынужденных колебаний здания.

$$\beta_k = \left[\sqrt{\left(1 - \frac{\Theta^2(t)}{\omega^2}\right)^2 + \gamma^2 \frac{\Theta^2(t)}{\omega^2}}\right]^{-1}. \qquad (10)$$

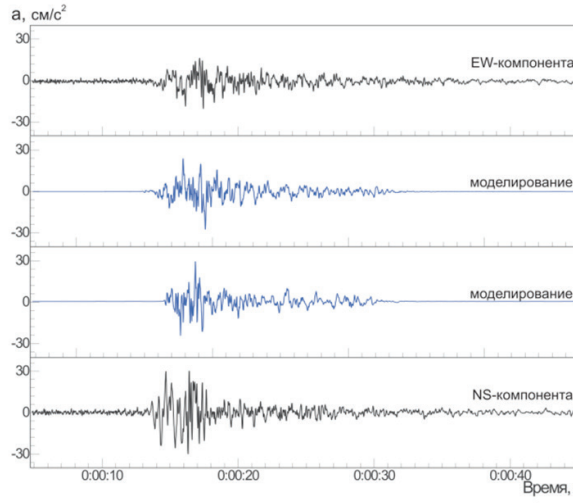


Рис. 5. Акселерограммы землетрясения 13.11.1993 г. (а), зарегистрированные сейсмостанцией PET и смоделированные

Сейсмическое воздействие не является постоянной величиной, реальное его распределение за определенный период времени приводится на рис. 4–7 цв. вклейки.

Основные результаты исследования:

1. Значение первой круговой частоты изгибных форм колебаний с учетом податливости основания уменьшилось практически в 2 раза (1,996) по сравнению с жестким защемлением, а крутильных форм колебания – в 1,2 раза, что приводит к снижению коэффициента динамичности β и уменьшению как силовых, так и моментных сейсмических нагрузок.

2. При совместном определении круговой частоты поступательных и крутильных форм колебаний суммарная изгибно-крутильная частота системы мало отличается от значений частот поступательных форм колебания. На основании этого можно сделать вывод, что определение частотных характеристик здания и дальнейшее определение сейсмической нагрузки целесообразно выполнять раздельно.

3. Упругие свойства грунтового основания приводят к уменьшению значения обобщенных частотных характеристик изгибно-крутильных форм колебания здания.

4. Сейсмические нагрузки, полученные аналитическим методом, превышают сейсмические нагрузки, полученные прямым динамическим методом на 20–25 % (силовые) и на 58–80 % (моментные). При проектировании зданий простой геометрической формы применимы методики, предложенные в СП 14.13330.2018. Тем не менее актуальность прямого динамического расчета сохраняется. Следует рассчитывать конструкции по обоим методам и принимать наихудший вариант.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 14.13330.2018. Свод правил. Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81* : утверждены Министерством строительства России 18.02.14 : дата введения 01.06.14 : [редакция от 23.11.2015]. – URL : http://docs.cntd.ru/document/550565571. – Текст : электронный (дата обращения: 10.03.2021).

2. 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. – N. Novgorod, 2020. – № 2. – P. 9–15.

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

4. Анализ собственных изгибно-крутильных колебаний многоэтажных зданий / Е. А. Никитина, П. А. Хазов, А. В. Крыцовкина, А. А. Генералова. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород. – 2018. – № 3 (47). – С. 10–16.

5. Хазов, П. А. 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, Ю. Д. Щелокова, А. М. Анущенко. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 2 – С. 16–25.

6. Хазов, П. А. Резонансный анализ конструктивных схем каркасного здания с учетом податливости основания при ветровых и штормовых воздействиях / П. А. Хазов, Н. В. Санкина. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 3 – С. 18–27.

7. Ерофеев, В. И. Влияние штормовой нагрузки на поврежденность материала несущей конструкции каркасного здания / В. И. Ерофеев, Е. А. Никитина, П. А. Хазов, А. А. Сатанов, А. А Генералова. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 1. – С. 9–15.

8. Гусев, А. А. Об оценке сейсмической опасности для города Петропавловска-Камчатского на основе набора сценарных землетрясений / А. А. Гусев, Л. С. Шумилина, К. Н. Акатова. – Текст : непосредственный // Вестник отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук Российской академии наук : электронный научно-информационный журнал. – 2005. – № 1 (23). – С. 1–22.

9. Позняк, Е. В. Об оценке влияния сейсмических ротаций на динамику строительных конструкций / Е. В. Позняк. – Текст : непосредственный // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2017. – № 9 (246). – С. 14–23.

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

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

12. Павленко, О. В. Моделирование акселерограмм землетрясения 13.11.1993 г. (MW=7.0, H=54 км) на сейсмостанциях «Петропавловск», «Институт вулканологии» и «Никольская» (г. Петропавловкс-Камчатский) / О. В. Павленко. – Текст : непосредственный // Вестник Краунц. Науки о земле. – Москва, 2015. – Вып. 28, № 14.

KHAZOV Pavel Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; TSVETNOVA Lidia Yurevna, senior teacher of the chair of foundations and engineering geology

DYNAMIC ANALYSIS OF FLEXION-TORSIONAL VIBRATIONS OF A FRAME BUILDING WITH UNEQUAL DISTRIBUTION OF RIGIDITY UNDER SEISMIC IMPACT

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96,
+7 (951) 919-0-919; e-mail: khazov.nngasu@mail.ru, tyagunovaly@yandex.ru
Key words: frame building, natural vibrations, natural vibration frequency, seismic load, accelerogram, magnitude, earthquake, dynamic coefficient.

The article provides calculation and comparative analysis of the work of the supporting structures of a frame building in the conditions of seismic activity under different conditions of fastening the supporting structures in the base. Calculations of seismic loads are performed using spectral and dynamic methods. Accelerograms of a real earthquake that occurred in 1993 in the region of the Kamchatka Peninsula were adopted by the authors as calculation models of the impact. Comparison of the results shows that the presence of an elastic foundation significantly affects the final distribution of loads.

REFERENCES

1. SP 14.13330.2018. Svod pravil. Stroitelstvo v seysmicheskikh rayonakh [Rules. Construction in seismic areas]. SNiP II-7-81* : utverzhd. Min-vom stroitelstva Rossii 18.02.14 : data vved. 01.06.14 : redaktsiya ot 23.11.2015. – URL : http://docs.cntd.ru/document/550565571. – (data obrascheniya: 10.03.2021).

2. 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.

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

4. 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.

5. Khazov P. A., Molodushnaya N. I, Lampsi B. B., 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. 16–25.

6. Khazov P. A., Sankina N. V. Rezonansny analiz konstruktivnykh skhem karkasnogo zdaniya s uchyotom podatlivosti osnovaniya pri vetrovykh i shtormovykh vozdeystviyakh [Resonance analysis of constructive schemes of frame buildings adjusted for compliance of the foundation under wind and storm exposure]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019. № 3. P. 18–27.

7. Erofeev V. I., Nikitina E. A., Khazov P. A., Satanov A. A., Generalova A. A. Vliyanie shtormovoy nagruzky na povrezhdyonnost materiala nesuschikh konstruktsiy karkasnogo zdaniya [Influence of storm loads on damage of bearing constructions material of a frame building]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019. № 1. P. 9–15.

8. Gusev A. A., Shumilina L. S., Akatova K. N. Obsledovanie seysmicheskoy opasnosti dlya goroda Petropavlovska-Kamchatskogo na osnove nabora stsenarnykh zemletryaseniy [On

the assessment of seismic hazard for the city of Petropavlovsk-Kamchatsky based on a set of scenario earthquakes]. Vestnik otdeleniya geologii, geofiziki, geokhimii i gornykh nauk RAN [Bulletin of the RAS branch of geology, geophysics, geochemistry and mining sciences] : elektr. nauchno-inform. zhurnal. – 2005 – № 1 (23). – P. 1–22.

9. Poznyak E. V. Ob otsenke vliyaniya seysmicheskikh rotatsiy na dinamicheskie stroitelnye konstruktsii [On the assessment of the effect of seismic rotations on the dynamics of building structures]. Spravochnik [Reference book]. Inzhenerny zhurnal s prilozheniem. 2017. № 9 (246). P. 14–23.

10. Erofeev V. I., Kolesov D. A., Plekhov A. S., Khazov P. A. Volnovaya dinamika deformiruemykh sistem, vzaimodeystvuyuschikh s uprugoinertsionnymi i neodnorodnymi osnovaniyami [Wave dynamics of deformable systems interacting with elastic-inertial and inhomogeneous bases] : monografiya. Nizhegorodskiy gosudarstvenny tekhnicheskiy universitet imeni R. E. Alekseeva. Nizhny Novgorod, 2018. № 3, 128 p.

11. Egupov K. A. Metod postroeniya krutilno-postupatelnykh form sobstvennykh kolebaniy mnogoetazhnykh zdaniy [Method of constructing the torsion-translational forms of natural vibrations of multi-storey buildings]. Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Dagestan State Technical University]. 2012. № 27. P. 69–76.

12. Pavlenko O. V. Modelirovanie akselerogramm zemletryaseniya 13. 11. 1993 g. (MZ = 7.0, N = 54 km) na seysmostantsiyakh «Petropavlovsk», «Institut vulkanologii» i «Nikolskaya» (g. Petropavlovks-Kamchatskiy) [Accelerogram modeling of the earthquake of November 13, 1993 (MZ = 7.0, H = 54 km) at the seismic stations Petropavlovsk, Institute of Volcanology and Nikolskaya (Petropavlovks-Kamchatsky)]. Vestnik Kraunts. Nauki o zemle [Herald Kraunz. Earth sciences]. Moscow, 2015. Issue № 28, № 14.

© П. А. Хазов, Л. Ю. Цветнова, 2021

Получено: 28.04.2021 г.

УДК 624.042.41

А. А. САТАНОВ, аспирант[1], инженер 2-й категории[2]; А. Д. ВАСИН[3], студент

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА ВЫСОТНОЕ ЗДАНИЕ УНИКАЛЬНОЙ ФОРМЫ

[1]ФГБУН «Институт проблем машиностроения Российской академии наук»
Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85.
Тел.: (831) 432-05-76, +7 (910)133-38-66; эл. почта: andrewsatanov@gmail.com
[2]ООО «Уралпроектинжиниринг»
Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Кузнечная, д. 92, офис 304. Тел.: (831) 218-02-14, +7 (987)750-02-16; эл. почта: saa@nn.uralproject.ru
[3]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65.
Тел.: (831) 430-54-96, +7 (908)756-24-56; эл. почта: vasinanton1998@yandex.ru

Ключевые слова: уникальное высотное здание, макет здания, ветровая нагрузка, эксперимент в аэродинамической трубе.

Приводятся результаты исследования распределения ветрового давления на высотное здание уникальной V-образной формы методом эксперимента в аэродинамической трубе. Показано, что из-за сложности конструкции в местах, где по нормативным документам для зданий простых форм возникает только отрицательное давление в данной конструкции, может возникать и положительное. Результаты эксперимента подтверждаются математической моделью распределения ветровых потоков в программно-вычислительном комплексе.

В последнее время строительство уникальных высотных зданий и сооружений набирает популярность в России и за рубежом. В первую очередь такие проекты подчеркивают престиж города и выводят его на новый уровень развития. Также объекты нетиповой постройки показывают высокий уровень образования и достижение больших результатов в сфере строительства и проектирования.

Проектирование уникальных высотных объектов влечет за собой некоторые сложности, такие как особое уникальное взаимодействие здания с окружающей средой, в частности с ветровыми воздействиями. Сложная геометрическая форма, большая высота и другие факторы критично влияют на выбор конструкций [1–4]. При проектировании необходимо учесть реальное распределение давления от ветрового потока на здание в целом и получить количественную оценку значений ветровых нагрузок. Корректный анализ схемы распределения ветровых потоков поможет избежать ошибок в расчетах [5–13].

Нормативные документы описывают движение ветровых потоков только вокруг конструкций простой формы. Для сооружений повышенного уровня ответственности, имеющих сложную форму, не представленную в [1], аэродинамический коэффициент требуется определять при помощи экспериментального или математического моделирования.

Программно-вычислительные комплексы, несмотря на прогресс, требуют больших затрат времени и мощностей для точного расчета зданий и сооружений на ветровые воздействия. Анализ ветрового давления методом физического моделирования в аэродинамической трубе остается более простым и надежным способом. Данный эксперимент проходит практически без участия вычислительной машины, что значительно ускоряет процесс [14–20].

В качестве объекта исследования в настоящей работе рассматривается проектируемое 53-этажное многофункциональное высотное уникальное здание в городе Нижнем Новгороде высотой 235,3 м (рис. 1, рис. 1, 2 цв. вклейки). Здание имеет V-образную форму с габаритами этажа 40×40 метров. Угол наклона обеих частей V-формы относительно вертикали − 14 градусов. Стилобатная часть имеет габариты 68×68 метров и расположена на первых двух этажах. Для увеличения жесткости несущие конструкции здания состоят из трех монолитных железобетонных ядер жесткости, рассредоточенных по длине здания (2 крайних ядра запроектированы до относительной отметки +235,3 м от планировочной отметки, а среднее ядро до отметки +102,3 м), все ядра соединены между собой угловыми лифтовыми шахтами для пожарных подразделений.

Данное здание нельзя отнести ни к одной геометрической схеме, описывающей поведение ветровых потоков по приложению В [1]. Проектируемое здание не имеет аналогов в мире, следовательно, для определения правильного распределения ветрового потока необходимо провести эксперимент.

К СТАТЬЕ А. А. САТАНОВА, А. Д. ВАСИНА «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА ВЫСОТНОЕ ЗДАНИЕ УНИКАЛЬНОЙ ФОРМЫ»

Рис. 1. Визуализация проектируемого высотного здания

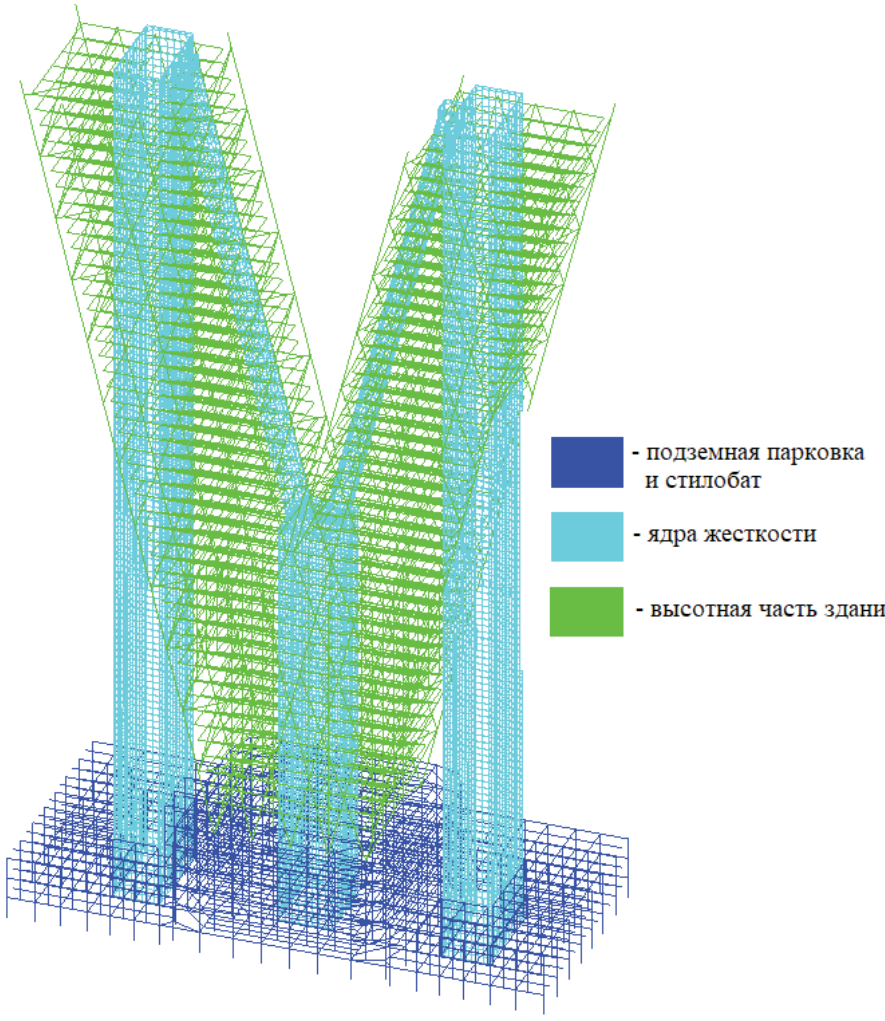


Рис. 2. Расчетная схема здания

Рис. 3. Макет здания, помещенный в аэродинамическую трубу

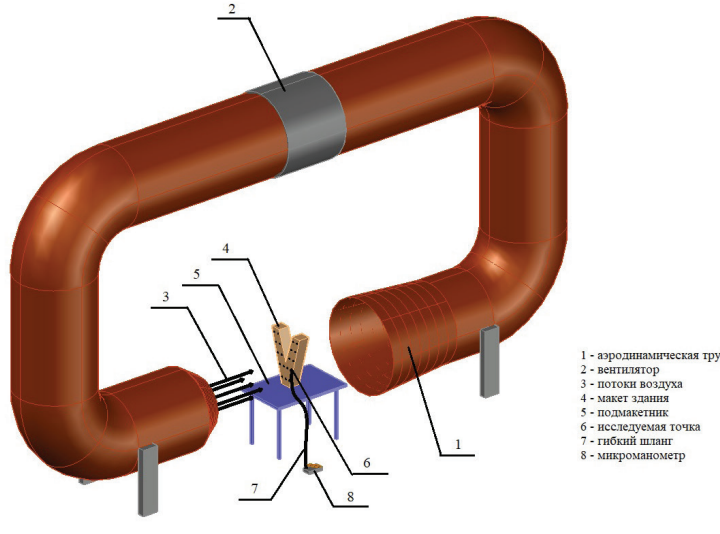


Рис. 4. Схема экспериментальной установки

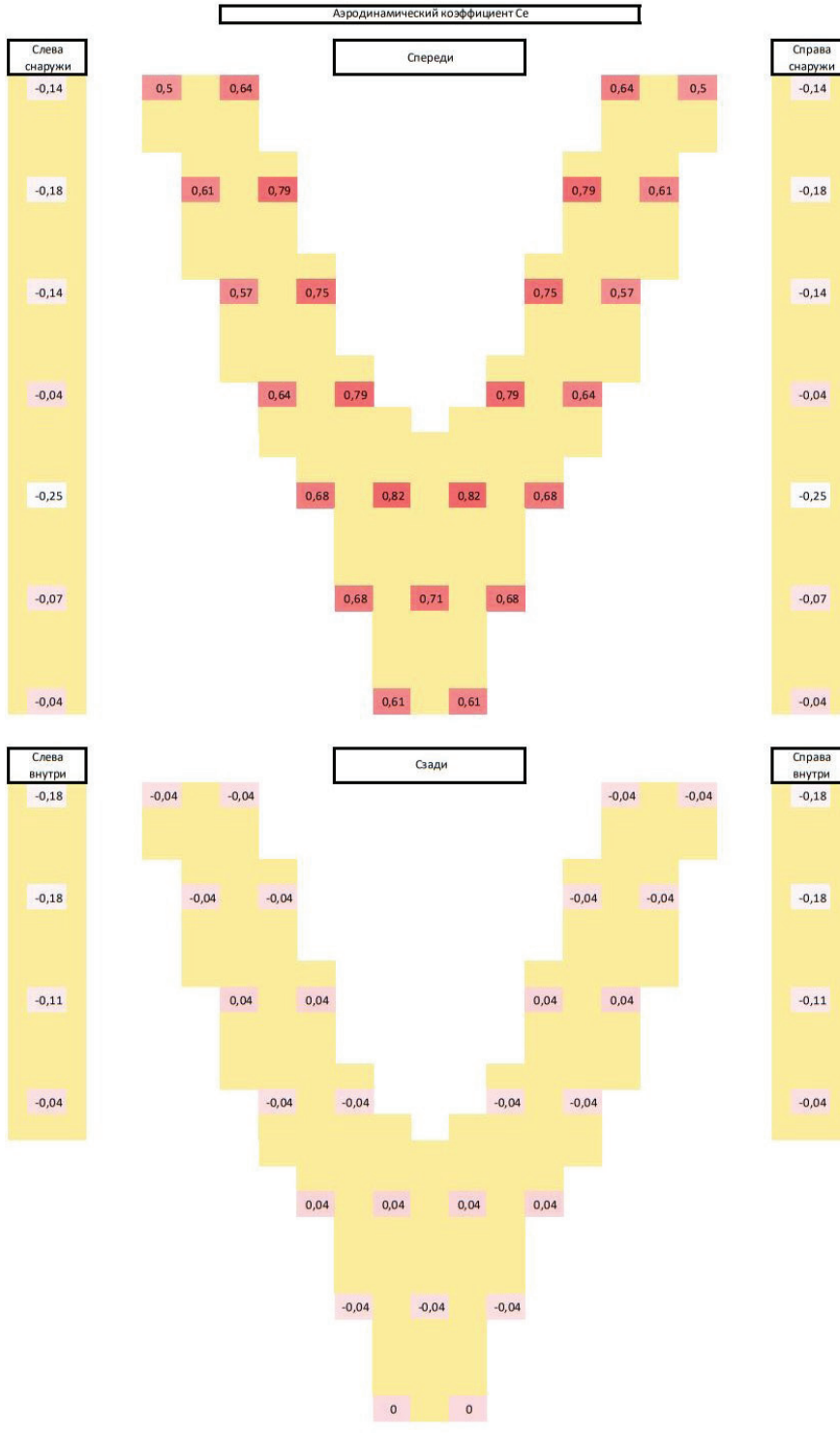


Рис. 5. Значения аэродинамических коэффициентов. Адаптация электронной таблицы к геометрии здания

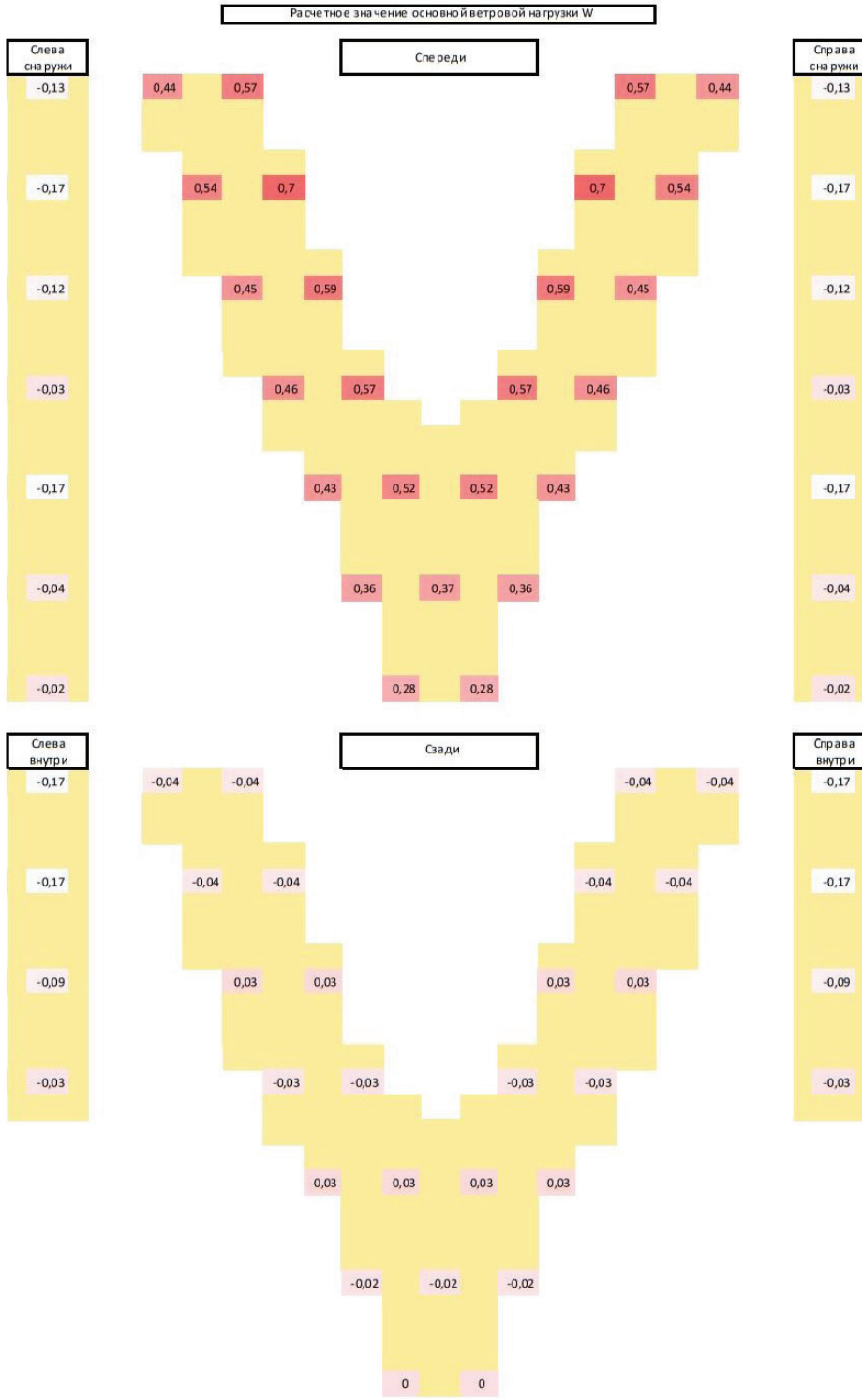


Рис. 6. Расчетные значения ветровой нагрузки *W*, кПа. Адаптация электронной таблицы к геометрии здания

Рис. 7. Обтекание здания потоками воздуха (ПК *Solid Works*)

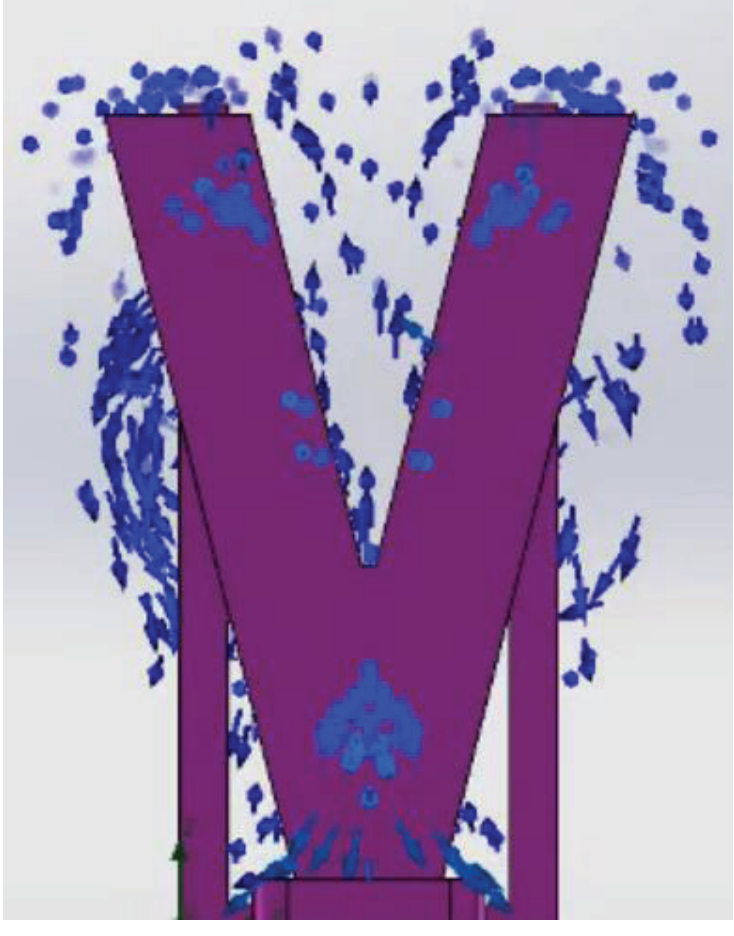


Рис. 8. Обтекание здания потоками воздуха (ПК *Solid Works*)

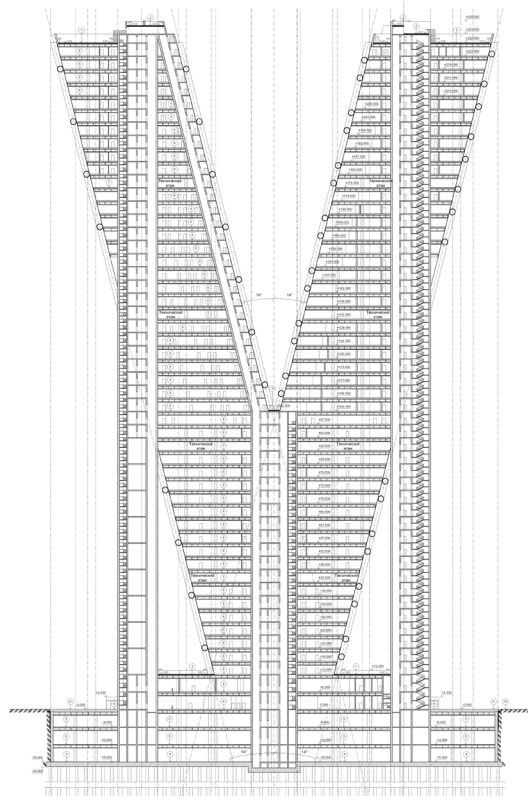


Рис. 1. Проектируемое здание, главный разрез

Для испытаний по изучению влияния ветровой нагрузки в аэродинамической трубе был разработан макет здания в масштабе 1:400, выполненный из экологически чистого материала – древесины. Для определения давления на поверхность здания была разработана система дренажей из 72 воздухоотводящих трубок, которые соединялись с микроманометром с помощью гибких шлангов для получения показаний (рис. 3 цв. вклейки).

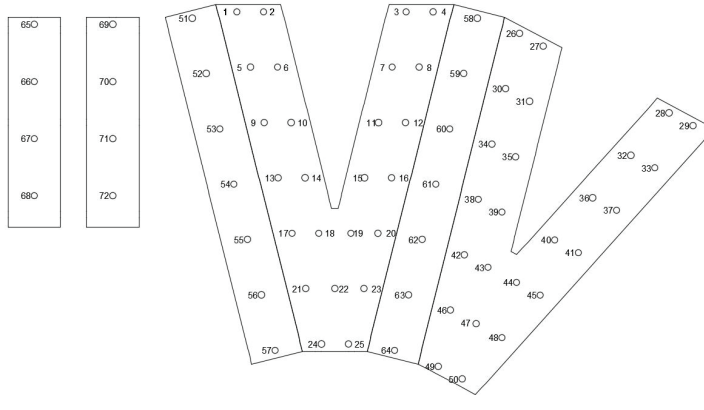


Рис. 2. Развертка здания со схемой расположения дренажных трубок

Эксперимент выполнялся в аэродинамической трубе лаборатории кафедры отопления и вентиляции ННГАСУ (рис. 4 цв. вклейки). Модель располагалась внутри установки, где создавался равномерный поток воздуха скоростью 12 м/с. Измерение скорости ветрового потока производилось чашечным анемометром МС-13 У1.1 ГОСТ 6376-74, статического давления на поверхности модели здания в характерных точках – микроманометром ММН-240(5)-1,0ТУ 25-01-816-79. Эксперимент проводился для направления ветра, действующего перпендикулярно главному фасаду здания

После преобразований показаний микроманометра вычислялись значения аэродинамических коэффициентов:

$$c_e = p_{пов} / p_0, \quad (1)$$

где $p_{пов}$ – давление, измеренное в изучаемой точке поверхности; p_0 – динамическое давление, оказываемое ветровым потоком на вертикальную поверхность.

Значения аэродинамических коэффициентов, полученные при проведении эксперимента, представлены на рис. 5 цв. вклейки.

Расчетные значения основной ветровой нагрузки w определялись как сумма средней w_m и пульсационной w_p составляющих по формулам, приведенным в действующих нормативных документах [1]:

$$w = w_m + w_p, \quad (2)$$

$$w_m = w_0 \cdot c_e \cdot k(z_e), \quad (3)$$

$$w_p = w_m \cdot \zeta(z_e) \cdot v, \quad (4)$$

где w_0 = 0,23 КПа – нормативное значение ветрового давления для г. Нижнего Новгорода (I ветровой район); $k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте для типа местности А; $\varsigma(z_e)$ – коэффициент пульсации ветра; v – коэффициент пространственной корреляции пульсации давления ветра. Коэффициент для плоскости здания перпендикулярно ветру равен v_1 = 0,48. Коэффициент для плоскости здания параллельной ветру равен v_2 = 0,60.
Значения коэффициентов представлены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1

Значение коэффициента $k(z_e)$

z, м	$k(z_e)$	z, м	$k(z_e)$
<41,0	1,110	120,0	1,720
48,0	1,180	129,0	1,774
57,0	1,270	138,0	1,828
66,0	1,345	147,0	1,882
75,0	1,413	156,0	1,924
84,0	1,480	165,0	1,960
93,0	1,548	174,0	1,996
102,0	1,612	183,0	2,032
111,0	1,666	192,0	2,068
		>194,3	2,241

Таблица 2

Значение коэффициента ς (z_e)

z, м	ς (z_e)	*z, м*	ς (z_e)
<41,0	0,618	120,0	0,528
48,0	0,604	129,0	0,523
57,0	0,586	138,0	0,517
66,0	0,574	147,0	0,519
75,0	0,565	156,0	0,508
84,0	0,556	165,0	0,504
93,0	0,547	174,0	0,500
102,0	0,539	183,0	0,497
111,0	0,533	192,0	0,493
		>194,3	0,476

Расчетные значения ветровой нагрузки, полученные в результате обработки данных эксперимента, представлены на рис. 6 цв. вклейки.

На основании полученных значений нагрузок можно сделать вывод, что на передний фасад действует положительно направленное ветровое давление, на боковые фасады – отрицательное, а на задний фасад направление меняется по высоте и ширине, так как ветровые потоки, обходя препятствие в виде здания, сталкиваются и образуют завихрения. Из-за сложности конструкции в месте, где по нормативным документам для зданий простых форм возникает только отрицательное давление, в данной конструкции может возникать и положительное.

Помимо эксперимента конструкция была замоделирована в программном комплексе *Solid Works*. В программе были заданы скорость и направление ветра, соответствующие эксперименту, и были получены направления ветровых потоков, огибающих здание.

Визуализация обтекания поверхности здания потоками воздуха представлена на рис. 7 и 8 цв. вклейки.

Распределения ветрового потока, представленные в программе *Solid Works*, соответствуют результатам эксперимента, что хорошо заметно по местам с завихрениями, где образуются зоны отрицательного и положительного давления на поверхность здания.

Исходя из анализа результатов, можно сделать вывод, что при проектировании уникальных зданий и сооружений сложной геометрической формы и повышенной ответственности необходимо проводить экспериментальное исследование, в ходе которого определять аэродинамические коэффициенты, не представленные в нормативных документах, а также производить проверку распределения ветровых потоков по поверхности конструкций в программно-вычислительных комплексах.

Авторский коллектив выражает благодарность за помощь при проведении архитектурно-строительного проектирования, расчетов и постановке эксперимента проректору по учебной работе, канд. техн. наук Щеголеву Д. Л., доценту кафедры теории сооружений и технической механики, канд. техн. наук Хазову П. А., заведующему кафедрой отопления и вентиляции, д-ру техн. наук Бодрову М. В., ассистенту кафедры отопления и вентиляции Морозову М. С.

Работа выполнялась в рамках государственного задания ИПФ РАН на проведение фундаментальных научных исследований на 2021–2023 гг. по теме № 0030-2021-0025.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. Генералов, В. П. Высотные жилые здания и комплексы. Сингапур. Опыт проектирования и строительства высотного жилья [Текст] : [монография] / В. П. Генералов, Е. М. Генералова ; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – Самара : Книга, 2013. – 397 с. : ил. – ISBN 978-5-91899-074-23.

3. Казакевич, М. И. Актуальные проблемы аэродинамики высотных здания / М. И. Казакевич // Металлические конструкции. – 2007. – Том 13, № 3. – С. 151–161.

4. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В. Н. Гордеев, А. И. Лантух-Лященко, В. А. Пашинский, А. В. Перельмутер, С. В. Пичугин. – Москва : АСВ, 2007. – 476 с. – ISBN 5-93093-404-5. – Текст : непосредственный.

5. Барштейн, М. Ф. Руководство по расчету зданий и сооружений на действие ветра / М. Ф. Барштейн. – Москва : Стройиздат, 1978. – 216 с. – Текст : непосредственный.

6. Симиу, Э. Воздействия ветра на здания и сооружения / Э. Симмиу, Р. Сканлан ; перевод с английского Б. Е. Маслова, А. В. Швецовой. – Москва : Стройиздат, 1984. – 360 с. – Перевод изд.: Перевод изд.: Wind effects on structures: an ntroduction to wind engineering / Emil Simiu, Robert H. Scanlan (New York etc.). – Текст : непосредственный.

7. Реттер, Э. И. Архитектурно-строительная аэродинамика / Э. И. Реттер. – Москва : Стройиздат, 1984. – 294 с. – Текст : непосредственный.

8. Савицкий, Г. А. Ветровая нагрузка на сооружения / Г. А. Савицкий. – Москва : Изд-во лит. по стр-ву, 1972. – 111 с. – Текст : непосредственный.

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

10. ГОСТ Р 56728-2015. Здания и сооружения. Методика определения ветровых нагрузок на ограждающие конструкции : издание официальное. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 12 с. – Текст : непосредственный.

11. Экспериментальное исследование распределения ветровой нагрузки на поверхность большепролетного здания / П. А. Хазов, А. В. Февральских, Б. Б. Лампси, Ю. Д. Щелокова, А. М. Анущенко. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 2. – С. 9–16.

12. Исследование обтекания воздушными потоками большепролетной поверхности численным и экспериментальным методами / А. М. Анущенко, В. И. Ерофеев, П. А. Хазов, А. А. Сатанов, А. В. Февральских. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2021. – № 1. – С. 9–18.

13. 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/ТКП+EH+1991-1-4-2009+Воздействия+на+конструкции.+Часть+1-4.

14. 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 // Вестник МГСУ. – 2011. – Том 1, № 3. – С. 185–191.

15. Воздействие ветрового потока на высотные здания / А. С. Гузеев, А. И. Короткин, А. О. Лебедев, Ю. А. Роговой // Жилищное строительство. – 2009. – № 9. – С. 13–17.

16. Сравнение аэродинамических характеристик, полученных по результатам компью-

терного моделирования и натурных испытаний АСВП с АР / П. С. Кальясов, М. В. Кудин, А. В. Туманин, А. В. Февральских // Современные технологии в кораблестроительном и авиационном образовании, науке и производстве / Нижегородский государственный технический университет. имени Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2016. – С. 238–244.

17. Февральских, А. В. Численное исследование аэродинамической интерференции стартовой системы поддува и крыла экраноплана / Февральских А. В. // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2019. – № 3 (390). – С. 117–124.

18. Численное и экспериментальное исследование распределения ветровой нагрузки на криволинейное большепролетное покрытие / П. А. Хазов, А. М. Анущенко, Е. А. Онищук, Ю. Д. Щелокова // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 1. – С. 16–21.

19. Влияние штормовой нагрузки на поврежденность материала несущих конструкций каркасного здания / В. И. Ерофеев, Е. А. Никитина, П. А. Хазов, А. А. Сатанов, А. А. Генералова // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно- строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 1. – С. 9–15.

20. Хазов, П. А. Численный анализ применимости нормативных методик при назначении ветровой нагрузки на большепролетные поверхности / П. А. Хазов, А. М. Анущенко // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 3. – С. 19–27.

SATANOV Andrey Andreevich[1], postgraduate student, engineer of the 2nd category[2]; VASIN Anton Dmitrievich[3], student

EXPERIMENTAL STUDY OF WIND PRESSURE DISTRIBUTION ON A UNIQUE SHAPE HIGH-RISE BUILDING

[1]Institute of Mechanical Engineering Problems of the Russian Academy of Sciences
85, Belinsky St., Nizhny Novgorod, 603024, Russia. Tel.: +7 (831) 432-05-76, +7 (910) 133-38-66; e-mail: andrewsatanov@gmail.com
[2]JSC Uralproektengineering
92, Kuznetskaya St, office 304, Ekaterinburg, 620075, Russia. Tel.: +7 (831) 218-02-14, +7 (987) 750-02-16; e-mail: saa@nn.uralproject.ru
[3]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96, +7 (908) 756-24-56; e-mail: vasinanton1998@yandex.ru
Key words: unique high-rise building, building model, wind load, wind tunnel experiment.

The article presents the results of a study of the wind pressure distribution on a high-rise unique V-shaped building by an experiment in a wind tunnel. It is shown that due to the complexity of the structure, positive pressure can also occurs in places where, according to the regulatory documents for buildings of simple forms, only negative pressure arises. The results of the experiment are confirmed by a mathematical model of the distribution of wind flows in a software and computer complex.

REFERENCES

1. SP 20.13330.2016 Nagruzki i vozdeystviya [Loads and effects]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.1.07-85*. Moscow:Minstroy Rossii. 2016, 80 p.

2. Generalov V. P., Generalova E. M. Vysotnye zhilye zdaniya i kompleksy. Singapur. Opyt proektirovaniya i stroitelstva vysotnogo zhilya [High-rise residential buildings and complexes. Singapore. Experience in the design and construction of high-rise housing]: monografiya / Samar. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Samara : Kniga, 2013, 397 p.: il. – ISBN 978-5-91899-074-23.

3. Kazakevich M. I. Aktualnye problemy aerodinamiki vysotnykh zdaniy [Actual problems of aerodynamics of high-rise buildings]. Metallicheskie konstruktsii [Metal structures]. 2007. Vol. 13. № 3. P. 151–161.

4. Gordeev V. N., Lantukh-Lyaschenko A. I., Pashinsky V. A., Perelmuter A. V., Pichugin S. V. Nagruzki i vozdeystviya na zdaniya i sooruzheniya [Loads and impacts on buildings and structures]. Moscow: ASV, 2007, 476 p. – ISBN 5-93093-404-5.

5. Barshteyn M. F. Rukovodstvo po raschyotu zdaniy i sooruzheniy na deystvie vetra [Guidelines for calculation of buildings and structures for the wind action]. Moscow: Stroyizdat, 1978, 216 p.

6. Simiu E., Scanlan R. Vozdeystviya vetra na zdaniya i sooruzheniya [Wind effects on structures]; perevod s angliyskogo B. E. Maslova, A.V. Shvetsovoy. Moscow, Stroyizdat. 1984, 360 p.

7. Retter E. I. Arkhitekturno-stroitelnaya aerodynamika [Architectural and constructional aerodynamics]. Moscow, Stroyizdat. 1984, 294 p.

8. Savitsky G. A. Vetrovaya nagruzka na sooruzheniya [Wind load on structures]. Moscow, Izd-vo lit. po str-vu. 1972, 111 p.

9. Poddaeva O. I., Kubenin A. S., Churin P. S. Arkhitekturno-stroitelnaya aerodinamika [Architectural-construction aerodynamics]: uchebnoe posobie / Nats. issled. Moskov. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Moscow: NIU MGSU, 2015, 88 p. – ISBN 978-5-7264-1194-1.

10. GOST R 56728-2015. Zdaniya i sooruzheniya. Metodika opredeleniya vetrovykh nagruzok na ograzhdayuschie konstruktsii [Buildings and structures. Method of determining wind loads on enclosing structures]. Moscow, Standartinform, 2016, 12 p.

11. Khazov P. A., Fevralskikh A. V., Lampsi B. B., Schelokova Yu.D., Anuschenko A. M. Eksperimentalnoe issledovanie raspredeleniya vetrovoy nagruzki na poverkhnost bolsheprolyotnogo zdaniya [Experimental study of wind load distribution on the surface of a large-span building]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2019. № 2. P. 9–16.

12. Anuschenko A. M., Erofeev V. I., Khazov P. A., Satanov A. A., Fevralskikh A. V. Issledovanie obtekaniya vozdushnymi potokami bolsheprolyotnoy poverkhnosti chislennym i eksperimentalnym metodami [Study of air flows streamlining of a large-span surface by numerical and experimental methods]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2021. № 1. P. 9–18.

13. TKP EN 1991-1-4-2009. Evrokod 1 Vozdeystviya na konstuktsii. Chast 1-4. Obschie vozdeystviya. Vetrovye vozdeystviya [Eurocode 1 Effects on concstructions. Parts 1-4. General effects. Wind effects]. – URL: http://docserv.ercatec.net/asoka/d/enru/OGM5M2M0Njd8TVJPTi9HTExB/ТКП+ЕН+1991-1-4-2009+Vozdeystviya+na+Konstruktsii.+Chast+1-4.

14. Guvernyuk S. V., Egorychev O. O., Isaev S. A., Kornev N. V., Poddaeva O. I. Chislennoe i fizicheskoe modelirovanie vetrovogo vozdeystviya na gruppu vysotnykh zdaniy [Numerical and physical modeling of wind impact on a group of high-rise buildings] / Vestnik MGSU [Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering]. 2011. Vol. 1. № 3. P. 185–191.

15. Guzeev A. S., Korotkin A. I., Lebedev A. O., Rogovoy Yu. A. Vozdeystvie vetrovogo potoka na vysotnye zdaniya [Impact of wind flow on high-rise buildings]. Zhilischnoe stroitelstvo [Housing construction]. 2009. № 9. P. 13–17.

16. Kalyasov P. S., Kudin M. V., Tumanin A. V., Fevralskikh A. V. Sravnenie aerodinamicheskikh kharakteristik, poluchennykh po rezultatam kompyuternogo modelirovaniya i naturnykh ispytaniy ASVP s AR [Comparison of aerodynamic characteristics obtained from the results of computer modeling and full-scale tests of ARP with AR]. Sovremennye tekhnologii v korablestroitelnom i aviatsionnom obrazovanii, nauke i proizvodstve [Modern technologies in shipbuilding and aviation education, science and production]. Nizhegor. gos. tekhn. un-t. im. R. E. Alekseeva. NizhnyNovgorod. 2016. P. 238–244.

17. Fevralskikh A. V. Chislennoe issledovanie aerodinamicheskoy interferentsii startovoy sistemy podduva i kryla ekranoplana [Numerical study of aerodynamic interference of the launch air-inflation system and the wing of a W-in-G craft]. Trudy Krylovskogo gosudarstvennogo nauchnogo tsentra [Works of the Krylov State Scientific Center]. 2019. № 3(390). P. 117–124.

18. Khazov P. A., Anuschenko A. M., Onischuk E. A., Schyolokova Yu. D. Chislennoe i ekperimentalnoe issledovanie raspredeleniya vetrovoy nagruzki na krivolineynoe bolsheprolyotnoe pokrytie [Numerical and experimental study of the distribution of the wind load on the curvilinear large-span covering]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2020. № 1. P. 16–21.

19. Erofeev V. I., Nikitina E. A., Khazov P. A., Satanov A. A., Generalova A. A. Vliyanie shtormovoy nagruzky na povrezhdyonnost materiala nesuschikh konstruktsiy karkasnogo zdaniya [Influence of storm loads on damage of bearing constructions material of a frame building]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019. № 1. P. 9–15.

20. Khazov P. A., Anuschenko A. M. Chislenny analiz primenimosti normativnykh metodik pri naznachenii vetrovoy nagruzky na bolsheprolyotnye poverkhnosty [Numerical analysis of normative methods applicability for assigning wind loads to large-span coatings]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2020. № 3. P. 19–27.

© А. А. Сатанов, А. Д. Васин, 2021
Получено: 02.07.2021 г.

УДК 699.844

В. Н. БОБЫЛЕВ[1], чл.-корр. РААСН, проф., зав. кафедрой архитектуры; В. И. ЕРОФЕЕВ[2], д-р физ.-мат. наук, проф., директор; Д. В. МОНИЧ[1], канд. техн. наук, проф. кафедры архитектуры; П. А. ГРЕБНЕВ[1], канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры; Д. С. КУЗЬМИН[1], ст. преп. кафедры архитектуры, аспирант

ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ ОДНОСЛОЙНЫХ ЛЕГКИХ ПЕРЕГОРОДОК С АНТИРЕЗОНАНСНЫМИ ПАНЕЛЯМИ

[1]ФГБОУ 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
[2]Институт проблем машиностроения РАН – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»
Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85. Тел.: (831) 432-05-76; эл. почта: erof.vi@yandex.ru
Ключевые слова: звукоизоляция, резервы повышения звукоизоляции, однослойные легкие перегородки, бескаркасные антирезонансные панели.

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований нового типа звукоизолирующего ограждения для применения в строительстве. Подтверждена возможность эффективного использования резервов повышения звукоизоляции однослойных легких перегородок путем применения антирезонансных панелей. Определены требования, которые позволяют обеспечивать эффективное повышение звукоизоляции однослойной легкой перегородки в широком диапазоне средних и высоких частот.

Однослойные вертикальные ограждающие конструкции (стены и перегородки между помещениями, шумозащитные выгородки) в зависимости от величины поверхностной плотности (μ, кг/м^2) разделяются на три типа:

1) массивные ограждения ($\mu > 100$ кг/м^2);

2) легкие ограждения ($30 < \mu \leq 100$ кг/м^2);

3) тонкие листовые ограждения ($\mu \leq 30$ кг/м^2).

В качестве объекта исследования в данной статье рассматриваются однослойные легкие ограждения ($30 < \mu \leq 100$ кг/м^2), применяемые в качестве перегородок между помещениями зданий. По результатам лабораторных и натурных измерений, проводившихся сотрудниками кафедры архитектуры ННГАСУ в период с 2000 по 2021 г., установлено, что около 75 % перегородок, возводимых в жилых и общественных зданиях г. Нижнего Новгорода и других населенных пунктов Нижегородской области, выполняются из следующих материалов:

1) пазогребневые гипсовые плиты (ПГП) толщиной 80–100 мм ($\mu = 80 – 100$ кг/м^2);

2) газосиликатные блоки толщиной 100 мм ($\mu = 60$ кг/м^2).

В других регионах России данные типы перегородок также получили большое распространение, особенно при возведении зданий с каркасом из монолитного железобетона. Результаты лабораторных и натурных измерений показывают, что индексы изоляции воздушного шума для таких перегородок находятся в пределах: R_w (R'_w) = 35–42 дБ, что не соответствует нормативным требованиям СП 51.13330 «Защита от шума». Данная ситуация вызвана тем, что конструктивные решения перегородок принимаются проектными организациями без достаточного теоретического и (или) экспериментального обоснования.

Для того чтобы повысить звукоизоляцию однослойных легких перегородок, применяются дополнительные каркасно-обшивные облицовки [1] или бескаркасные облицовки (панели «ЗИПС») [2] с одной или с двух сторон ограждений. Это приводит к увеличению толщины перегородок на 50–150 % и уменьшению полезной площади помещений. Поэтому актуальным вопросом для строительной акустики является научное обоснование новых рациональных конструктивных решений легких перегородок, обеспечивающих нормативную звукоизоляцию при относительно небольшом увеличении массы и толщины.

В соответствии с теорией самосогласования волновых полей звукоизоляция однослойных ограждающих конструкций определяется с учетом резонансной и инерционной составляющих прохождения звука [3]:

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

где τ_r – коэффициент резонансного прохождения звука; τ_i – коэффициент инерционного прохождения звука.

Дифференцированное рассмотрение прохождения звука в резонансном режиме (излучение звука свободными волнами) и в инерционном режиме (излучение звука вынужденными волнами) позволяет определить предельную звукоизоляцию однослойного ограждения. Предельная звукоизоляция ограждения (R_{max}, дБ) соответствует прохождению звука только в инерционном режиме (τ_i), при отсутствии резонансного прохождения звука ($\tau_r = 0$) [3]:

$$R_{max} = 10\lg\left(\frac{\mu \cdot f}{F_i}\right)^2 - 46{,}7\ , \qquad (2)$$

где μ – поверхностная плотность ограждения, кг/м^2; f – текущая частота звука, Гц; F_i – функция отклика ограждения в режиме инерционных колебаний.

Проведенные теоретические исследования позволяют сделать важный вывод

о наличии резервов повышения звукоизоляции однослойных легких ограждений (Δ_r, дБ), определяемых по формуле [4]:

$$\Delta_r = R_{\max} - R\ , \qquad (3)$$

где $R_{\max}$ – предельная звукоизоляция ограждения, дБ; R – собственная звукоизоляция ограждения, дБ.

Величина резервов повышения звукоизоляции однослойного легкого ограждения зависит от соотношения резонансного прохождения звука (τ_r) и инерционного прохождения звука (τ_i) на каждой частоте рассматриваемого диапазона частот. На рис. 1 показаны обобщенные частотные характеристики предельной звукоизоляции и собственной звукоизоляции однослойного легкого ограждения конечных геометрических размеров [4]. Область между данными кривыми, обозначенная штриховкой, соответствует резервам повышения звукоизоляции ограждения, которые можно использовать путем снижения резонансного прохождения звука (τ_r).

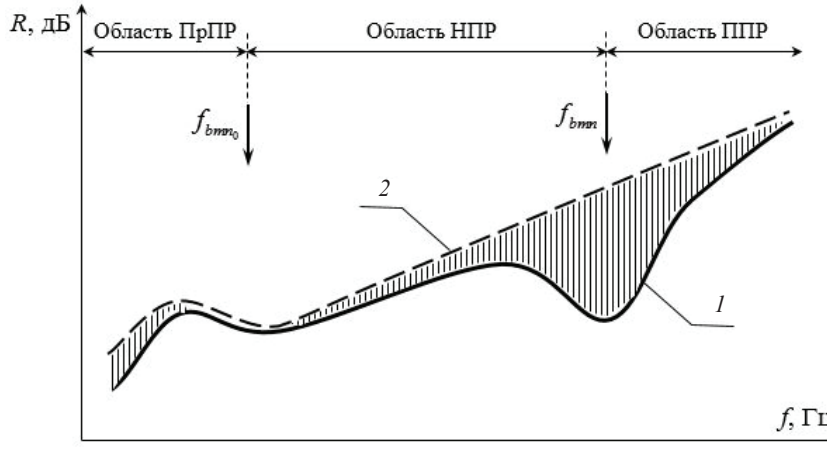


Рис. 1. Обобщенные частотные характеристики звукоизоляции однослойного легкого ограждения конечных геометрических размеров: *1* – собственная звукоизоляция (R); *2* – предельная звукоизоляция ($R_{\max}$); область ПрПР – область простых пространственных резонансов; область НПР – область неполных пространственных резонансов; область ППР – область полных пространственных резонансов; f_{bmn0} – граничная частота области НПР; f_{bmn} – граничная частота области ППР

Анализируя рис. 1, можно видеть, что наибольшие резервы повышения звукоизоляции однослойных легких перегородок находятся вблизи граничной частоты области ППР (f_{bmn}). Для снижения резонансного прохождения звука в данном диапазоне представляет интерес использование способа волноводной изоляции изгибных волн [5], [6]. Данный способ предполагает использование пластины на упругом основании, которую будем называть антирезонансной панелью. Схема конструктивного решения однослойной легкой перегородки (ОЛП) с бескаркасной антирезонансной панелью (АРП) показана на рис. 2.

С учетом классификации ограждающих конструкций, рассмотренной во введении, новое конструктивное решение звукоизолирующего ограждения имеет следующие ограничения:

1) однослойная легкая перегородка должна иметь поверхностную плотность в пределах: $30 < \mu_1 \leq 100$ кг/м^2. Для этого могут применяться перегородки из ПГП, монолитного гипсобетона, газобетонных блоков, газосиликатных блоков и др.;

2) антирезонансная панель выполняется из листовых материалов с поверхностной плотностью $\mu_2 \leq 30$ кг/м^2. Для этого могут применяться гипсоволокнистые листы (ГВЛ), цементно-стружечные плиты (ЦСП), ориентированно-стружечные плиты (ОСП) и др.;

3) в качестве упругого материала между однослойной легкой перегородкой и антирезонансной панелью применяются маты из упругих материалов (полиэфирное волокно, пенополиэтилен и др.).

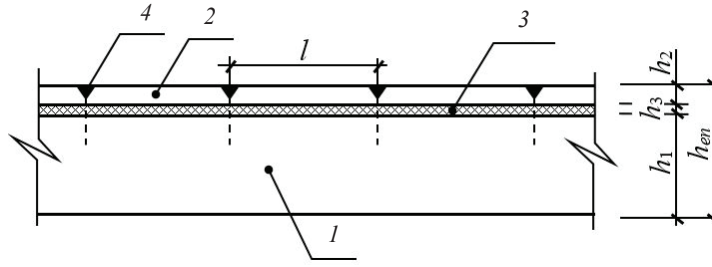


Рис. 2. Схема конструктивного решения однослойной легкой перегородки с антирезонансной панелью (общая толщина ограждения h_{en}): *1* – однослойная легкая перегородка толщиной h_1; *2* – антирезонансная панель толщиной h_2; *3* – сплошной слой упругого материала толщиной h_3; *4* – элементы крепления антирезонансной панели к однослойной легкой перегородке, установленные с шагом *l* (стальные саморезы или дюбель-гвозди)

Для исследования влияния различных параметров слоев на звукоизоляцию однослойных легких перегородок с антирезонансными панелями проведена серия экспериментальных исследований. Измерения проведены в Средних реверберационных камерах лаборатории акустики ННГАСУ ($V_{КВУ}$ = 150 м^3, $V_{КНУ}$ = 66 м^3). Анализ результатов экспериментальных исследований звукоизоляции образцов проведен с учетом следующих ограничений:

– изменения значений резонансных частот многослойного ограждения и граничных частот областей резонансного прохождения звука (НПР, ППР) анализируются для всего рассматриваемого диапазона частот (f =50 – 5000 Гц);

– изменения значений звукоизоляции образцов анализируются для диапазона частот выше граничной частоты диффузности ($f_{diff\,(КВУ)}$ = 133 Гц), поэтому анализ проведен, начиная с третьоктавной полосы со среднегеометрической частотой f = 160 Гц.

На рис. 3 представлено сравнение частотных характеристик звукоизоляции однослойной легкой перегородки из ПГП с антирезонансными панелями из ГВЛ, с различной толщиной упругого слоя.

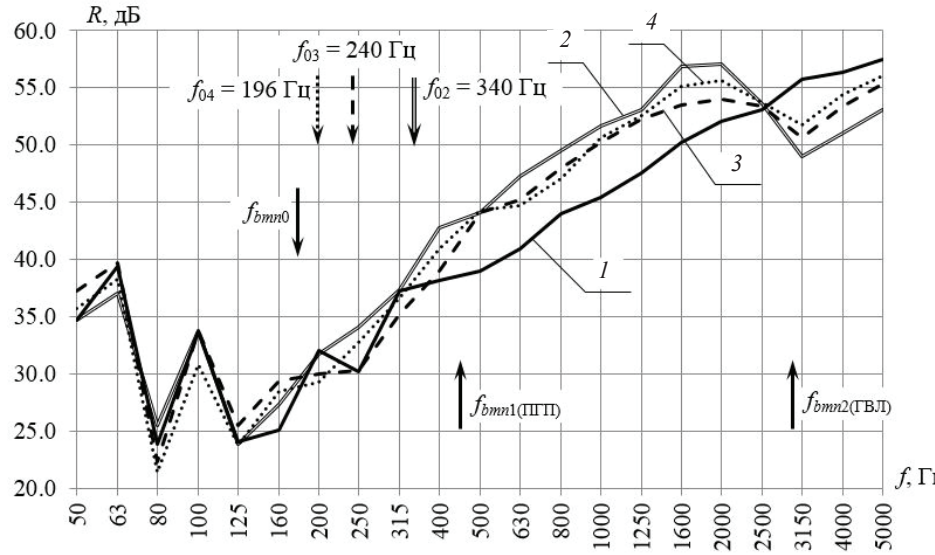


Рис. 3. Частотные характеристики звукоизоляции ограждающих конструкций ($a \times b$ = 2,0×1,2 м; перегородка из ПГП, h_1 = 80 мм; антирезонансная панель из ГВЛ, h_2 = 12,5 мм; шаг установки элементов крепления l = 500 мм): *1* – перегородка из ПГП без антирезонансной панели; *2* – перегородка из ПГП с антирезонансной панелью, упругий слой из матов полиэфирного волокна, h_3 = 4 мм, h_{en} = 96,5 мм; *3* – перегородка из ПГП с антирезонансной панелью, упругий слой из матов полиэфирного волокна, h_3 = 8 мм, h_{en} = 100,5 мм; *4* – перегородка из ПГП с антирезонансной панелью, упругий слой из матов полиэфирного волокна, h_3 = 12 мм, h_{en} = 104,5 мм

Анализируя представленные на рис. 3 данные, можно сделать следующие выводы:

– увеличение толщины упругого слоя между антирезонансной панелью и перегородкой в 2–3 раза приводит к снижению ее звукоизоляции (на 1–5 дБ) в широком диапазоне средних и высоких частот $f_{bmn0} < f < f_{bmn}$ (200–2000 Гц). Данный эффект вызван тем, что при толщине упругого слоя h_3 = 4 мм обеспечивается наиболее эффективное использование резервов повышения звукоизоляции легкой перегородки (Δ_r). Дальнейшее увеличение толщины упругого слоя не рационально, т. к. при этом увеличивается общая толщина ограждающей конструкции (h_{en}). Данный результат показывает, что однослойная легкая перегородка с антирезонансной панелью является новым типом звукоизолирующего ограждения, а не разновидностью звукоизолирующих облицовок на относе, для которых любое увеличение величины относа приводит к повышению звукоизоляции;

– увеличение толщины упругого слоя между антирезонансной панелью и перегородкой в 2–3 раза приводит к повышению ее звукоизоляции (на 2–4 дБ) в диапазоне частот выше граничной частоты области ППР для ГВЛ $f > f_{bmn2(ГВЛ)}$ (3150–5000 Гц). Данный эффект связан с увеличением коэффициента потерь (η) антирезонансной панели при увеличении толщины упругого слоя.

На рис. 4 представлено сравнение частотных характеристик звукоизоляции однослойной легкой перегородки из ПГП с антирезонансными панелями, выполненными из различных листовых материалов – гипсоволокнистые листы (ГВЛ), гипсофибровые листы (ГФЛ), ориентированно-стружечные плиты (ОСП).

Анализируя представленные на рис. 4 данные, можно сделать следующие выводы:

– применение различных листовых материалов в качестве антирезонансных панелей обеспечивает различную эффективность в повышении звукоизоляции однослойной легкой перегородки. Можно определить диапазон частот, в котором применение антирезонансной панели обеспечивает значительное повышение звукоизоляции однослойной легкой перегородки (на 3 –8 дБ по отношению к кривой *1*):

$$f_0 < f < f_{bmn(\text{АРП})}, \tag{4}$$

где f_0 – частота колебаний антирезонансной панели на упругом основании, Гц:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{E_3}{h_3\mu_2}}, \tag{5}$$

где E_3 – модуль упругости материала упругого слоя, Па; h_3 – толщина упругого слоя, м; μ_2 – поверхностная плотность антирезонансной панели, кг/м^2; $f_{bmn(\text{АРП})}$ – граничная частота области ППР для антирезонансной панели, Гц [3]:

$$f_{bmn} = \frac{c_0^2}{2\pi}\sqrt{\frac{\mu_2}{D_2}}, \tag{6}$$

где c_0 – скорость звука в воздухе, м/с; μ_2 – поверхностная плотность антирезонансной панели, кг/м^2; D_2 – цилиндрическая жесткость антирезонансной панели, Па · м^3;

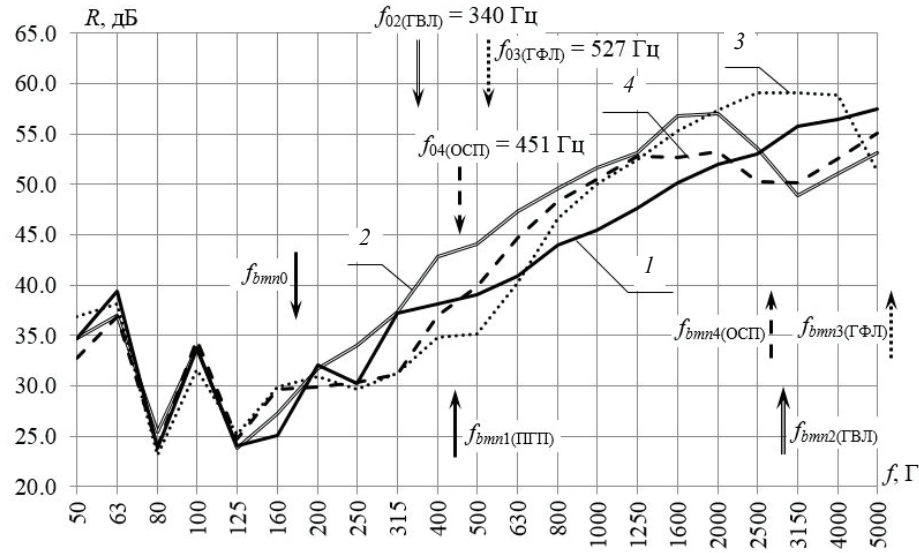


Рис. 4. Частотные характеристики звукоизоляции ограждающих конструкций ($a \times b$ = 2,0×1,2 м; перегородка из ПГП, h_1 = 80 мм; упругий слой из матов полиэфирного волокна, h_3 = 4 мм; шаг установки элементов крепления l = 500 мм): *1* – перегородка из ПГП без антирезонансной панели; *2* – перегородка из ПГП с антирезонансной панелью из ГВЛ, h_2 = 12,5 мм; h_{en} = 96,5 мм; *3* – перегородка из ПГП с антирезонансной панелью из ГФЛ, h_2 = 6 мм; h_{en} = 90 мм; *4* – перегородка из ПГП с антирезонансной панелью из ОСП, h_2 = 12 мм; h_{en} = 96 мм

– для обеспечения эффективного использования резервов повышения звукоизоляции однослойной легкой перегородки необходимо выполнение следующего условия:

$$f_0 < f_{bmn(\text{ОЛП})}, \quad (7)$$

где f_0 – среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, в которой находится частота колебаний антирезонансной панели на упругом основании, Гц; $f_{bmn(\text{ОЛП})}$ – среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, в которой находится граничная частота области ППР для однослойной легкой перегородки, Гц.

На рис. 5 представлено сравнение частотных характеристик звукоизоляции однослойной легкой перегородки из ПГП с антирезонансными панелями, выполненными из гипсоволокнистых листов (ГВЛ) различной толщины.

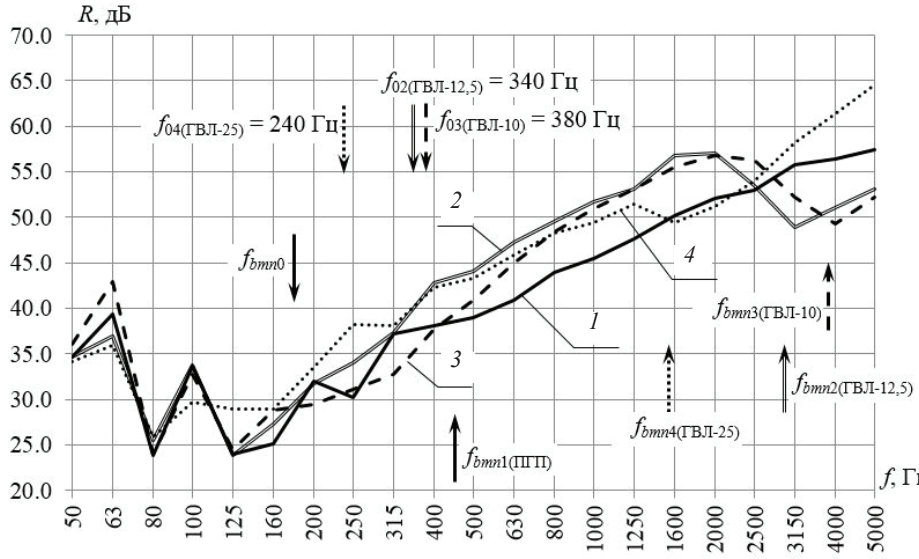


Рис. 5. Частотные характеристики звукоизоляции ограждающих конструкций ($a \times b$ = 2,0×1,2 м; перегородка из ПГП, h_1 = 80 мм; упругий слой из матов полиэфирного волокна, h_3 = 4 мм; шаг установки элементов крепления l = 500 мм): *1* – перегородка из ПГП без антирезонансной панели; *2* – перегородка из ПГП с антирезонансной панелью из ГВЛ, h_2 = 12,5 мм; h_{en} = 96,5 мм; *3* – перегородка из ПГП с антирезонансной панелью из ГВЛ, h_2 = 10 мм; h_{en} = 94 мм; *4* – перегородка из ПГП с антирезонансной панелью из ГВЛ, h_2 = 25 мм; h_{en} = 109 мм

Анализируя представленные на рис. 5 данные, можно сделать следующие выводы:

– уменьшение толщины антирезонансной панели из ГВЛ с 12,5 до 10 мм приводит к смещению частоты колебаний антирезонансной панели на упругом основании (f_0) на одну третьоктавную частоту в диапазон более высоких частот. При этом звукоизоляция ограждения снижается на 1–6 дБ в диапазоне средних и высоких частот (200–1600 Гц);

– увеличение толщины антирезонансной панели из ГВЛ с 12,5 до 25 мм приводит к смещению частоты колебаний антирезонансной панели на упругом основании (f_0) на одну третьоктавную частоту в диапазон более низких частот. При этом звукоизоляция ограждения повышается на 1–5 дБ в диапазоне средних частот (160–315 Гц) и снижается на 1–7 дБ в диапазоне средних и высоких частот (500–2000 Гц);

– за счет изменения толщины антирезонансной панели можно смещать граничную частоту области ППР (fbmn) в диапазон более низких или более высоких

частот. Данный эффект связан с изменением отношения поверхностной плотности к цилиндрической жесткости антирезонансной панели (μ_2/D_2) – см. формулу (6);

– сравнивая кривые на рис. 4, 5, можно видеть, что требованию (7) удовлетворяют два листовых материала из исследованного перечня материалов: ГВЛ толщиной 12,5 мм и ГВЛ толщиной 25 мм.

Применение антирезонансных панелей из ГВЛ толщиной 12,5 мм и ГВЛ толщиной 25 мм позволило повысить индекс изоляции воздушного шума однослойной легкой перегородки из ПГП на 4 дБ и на 5 дБ, соответственно: $R_{w(\text{ПГП})}$ = 42 дБ; $R_{w(\text{ПГП+ГВЛ12,5})}$ = 46 дБ; $R_{w(\text{ПГП+ГВЛ25})}$ = 47 дБ. Полученный результат обеспечивает выполнение нормативных требований СП 51.13330 «Защита от шума» по звукоизоляции перегородок между жилыми комнатами квартир ($R_{w\text{треб}} \geq 43$ дБ), а также между санузлом и жилой комнатой одной квартиры ($R_{w\text{треб}} \geq 47$ дБ).

Необходимо отметить, что повышение звукоизоляции однослойной легкой перегородки из ПГП обеспечено без значительного увеличения поверхностной плотности и толщины:

– в случае применения антирезонансных панелей из ГВЛ толщиной 12,5 мм: $\Delta\mu$ = 16 %, $\Delta h_{еп}$ = 21 %;

– в случае применения антирезонансных панелей из ГВЛ толщиной 25 мм: $\Delta\mu$ = 32 %, $\Delta h_{еп}$ = 36 %.

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

1) на основании теоретических исследований по теории самосогласования волновых полей разработан новый тип звукоизолирующего ограждения для применения в строительстве – однослойная легкая перегородка с бескаркасной антирезонансной панелью;

2) применение антирезонансной панели позволяет эффективно использовать резервы повышения звукоизоляции однослойных легких перегородок, которые определяются как разница между предельной звукоизоляцией и собственной звукоизоляцией ограждения. Диапазон частот с наибольшими значениями резервов повышения звукоизоляции расположен вблизи граничной частоты области полных пространственных резонансов однослойных легких перегородок ($f_{bmn(\text{ОЛП})}$). Повышение звукоизоляции обеспечивается в широком диапазоне средних и высоких частот, без значительного увеличения поверхностной плотности и толщины ограждения;

3) установлено, что толщина упругого слоя, расположенного между антирезонансной панелью и однослойной легкой перегородкой (h_3), незначительно влияет на ее звукоизоляцию. Это подтверждает вывод о том, что однослойная легкая перегородка с бескаркасной антирезонансной панелью является новым типом звукоизолирующего ограждения, а не разновидностью ограждений со звукоизолирующими облицовками на относе;

4) определены требования, которые позволяют обеспечивать эффективное повышение звукоизоляции однослойной легкой перегородки в широком диапазоне средних и высоких частот – среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, в которой находится частота колебаний антирезонансной панели на упругом основании (f_0), должна быть ниже, чем среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, в которой находится граничная частота области ППР для однослойной легкой перегородки ($f_{bmn(\text{ОЛП})}$).

Новый тип звукоизолирующего ограждения разработан на кафедре архитектуры ННГАСУ и запатентован [7], [8]. В 2016 г. патент был передан по лицен-

зионному договору компании «Акустик Групп». Эффективность данного ограждения подтверждена многочисленными натурными измерениями, проведенными для различных типов однослойных легких перегородок из ПГП, монолитного гипсобетона, газобетонных блоков, газосиликатных блоков. В настоящее время антирезонансные панели для повышения звукоизоляции однослойных легких перегородок внедрены в производство и выпускаются под двумя торговыми марками: «Саундлайн-ПГП Супер» (производитель – компания «Акустик Групп») [9], «Кнауф Акуборд» (производитель – компания «Кнауф») [10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочкин, Н. А. Влияние конструкции гибкой плиты на относе на повышение звукоизоляции существующих ограждений / Н. А. Кочкин, И. Л. Шубин, А. А. Кочкин. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – 2020. – № 7. – С. 14–18.

2. Боганик, А. Г. Эффективные конструкции для дополнительной звукоизоляции помещений / А. Г. Боганик. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2004. – № 10. – С. 18–19.

3. Седов, М. С. Звукоизоляция / М. С. Седов. – Текст : непосредственный // Техническая акустика транспортных машин : справочник / под редакцией Н. И. Иванова. – Санкт-Петербург, 1992. – Глава 4. – С. 68–105.

4. Резервы повышения звукоизоляции однослойных ограждающих конструкций : монография / В. Н. Бобылев, В. А. Тишков, Д. В. Монич, П. А. Гребнев ; Нижегордский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2014. – 118 с. – ISBN 978-5-87941-998-6. – Текст : непосредственный.

5. Никифоров А. С. Акустическое проектирование судовых конструкций : справочник / А. С. Никифоров. – Ленинград : Судостроение, 1990. – 200 с. – ISBN 5-7355-0188-7.

6. Ковинская С. И., Никифоров А. С. О волноводной изоляции изгибных волн // Акустический журнал. – 1982. – Том XXVIII, Выпуск 6. – С. 792–798.

7. Патент № 155100 Российская Федерация. Звукоизолирующее ограждение : заявл. 05.06.2014 : опубл. 04.04.2016 / Бобылев В. Н., Гребнев П. А., Монич Д. В., Тишков В. А. ; ООО «Акустик Групп». – Текст : непосредственный.

8. Звукоизоляция однослойных перегородок из гипсовых материалов / Бобылев В. Н., Тишков В. А., Монич Д. В., Гребнев П. А. // Бюллетень строительной техники. – 2017. – № 6. – С. 20–22.

9. Компания «Акустик Групп»: официальный сайт. – Москва. – URL: https://www.acoustic.ru/productions/gkl_gvl/Soundline_PGP_Super/ (дата обращения: 17.06.2021). – Текст : электронный.

10. Компания «Кнауф»: официальный сайт. – Москва. – URL: https://www.knauf.ru/catalog/find-products-and-systems/zvukoizoljacionnaja-panel-knauf-akubord.html (дата обращения: 17.06.2021). – Текст : электронный.

BOBYLYOV Vladimir Nikolaevich[1], corresponding member of RAACS, professor, holder of the chair of architecture; EROFEEV Vladimir Ivanovich[2], doctor of physical and mathematical sciences, professor, director; MONICH Dmitry Viktorovich[1], candidate of technical sciences, professor of the chair of architecture; GREBNEV Pavel Alekseevich[1], candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture; KUZMIN Denis Sergeevich[1], senior teacher of the chair of architecture, postgraduate student

SOUND INSULATION OF SINGLE-LAYER LIGHTWEIGHT PARTITIONS WITH ANTI-RESONANT PANELS

[1]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-46;
e-mail: dmitriy.monich@mail.ru
[2]Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences – Branch of the 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, reserves of increase of sound insulation, single-layer lightweight partitions, frameless anti-resonant panels.

The article presents the results of theoretical and experimental studies of a new type of a sound insulating enclosure for use in building. A possibility of effective use of the reserves to increase sound insulation of single-layer lightweight partitions by using anti-resonant panels has been confirmed. Requirements that make it possible to provide an effective increase of sound insulation of a single-layer lightweight partition in a wide range of medium and high frequencies have been determined.

REFERENCES

1. Kochkin N. A., Shubin I. L., Kochkin A. A. Vliyanie konstruktsii gibkoy plity na otnose na povyshenie zvukoizolyatsii suschestvuyuschikh ograzhdeniy [Influence of the flexible plate design at the edge area on increase of sound insulation of existing enclosures]. Zhilischnoe stroitelstvo [Housing construction]. 2020. № 7. – P. 14–18.
2. Boganik A. G. Effektivnye konstruktsii dlya dopolnitelnoy zvukoizolyatsii pomescheniy [Effective structures for additional sound insulation of premises]. Stroitelnye materialy [Building materials]. 2004. № 10. – P. 18–19.
3. Sedov M. S. Zvukoizolyatsiya [Sound insulation]. Tekhnicheskaya akustika transportnykh mashin [Noise and vibration control in vehicles]: spravochnik, pod red. N. I. Ivanova. Saint Petersburg: 1992. Ch. 4. P. 68–105.
4. Bobylyov V. N., Tishkov V. A., Monich D. V., Grebnev P. A. Rezervy povysheniya zvuko-izolyatsii odnosloynykh ograzhdayuschikh konstruktsiy [Reserves for improving sound insulation of single-layer enclosing structures]. Monografiya, Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2014. – 118 p. – ISBN 978-5-87941-998-6.
5. Nikiforov A. S. Akusticheskoe proektirovanie sudovykh konstruktsiy [Acoustic design of ship structures]. Spravochnik. Leningrad: Sudostroenie, 1990. – 200 p. – ISBN 5-7355-0188-7.
6. Kovinskaya S. I., Nikiforov A. S. O volnovodnoy izolyatsii izgibnykh voln [On waveguide insulation of flexural waves]. Akusticheskiy zhurnal [Acoustic journal]. 1982. – Vol. XXVIII, № 6. P. 792–798.
7. Bobylyov V. N., Grebnev P. A., Monich D. V., Tishkov V. A. Patent № 155100 Rossiyskaya Federatsiya. Zvukoizoliruyuschee ograzhdenie [Patent № 155100 Russian Federation. Sound insulating enclosure]: zayavl. 05.06.2014: opubl. 04.04.2016. OOO "Akustik Grupp".
8. Bobylyov V. N., Tishkov V. A., Monich D. V., Grebnev P. A. Zvukoizolyatsiya odnosloynykh peregorodok iz gipsovykh materialov [Sound insulation of single-layer partitions made of gypsum materials]. Byulleten stroitelnoy tekhniki [Bulletin of construction technology]. – 2017. № 6. – P. 20–22.
9. Kompaniya "Akustik Grupp": ofitsialny sayt ["Acoustic Group" company: official website]. Moscow. – URL: https://www.acoustic.ru/productions/gkl_gvl/Soundline_PGP_Super/ (data obrascheniya: 17.06.2021).
10. Kompaniya "Knauf": ofitsialny sayt ["Knauf" company: official website]. – Moscow. – URL: https://www.knauf.ru/catalog/find-products-and-systems/zvukoizoljacionnaja-panel-knauf-akubord.html (data obrascheniya: 17.06.2021).

© В. Н. Бобылев, В. И. Ерофеев, Д. В. Монич, П. А. Гребнев, Д. С. Кузьмин, 2021
Получено: 18.06.2021 г.

УДК 624.154

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

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МОДЕЛЕЙ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

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: призматические сваи, горизонтальные нагрузки, экспериментальная установка.

Приводится описание конструкции экспериментальной установки для испытаний моделей свай и свайных фундаментов при действии на них вертикальных и горизонтальных нагрузок.

Объектом 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 зданий и сооружений различного назначения на склоновых территориях; промышленных зданий и сооружений с большими горизонтальными нагрузками, передающимися на фундаменты гидротехнических, противооползневых и противоселевых сооружений.

Всесторонние экспериментальные исследования работы таких фундаментов в натурных условиях с учетом: 1) неоднородности грунтовых условий даже в пределах одной строительной площадки; 2) влияния на работу фундаментов количества свай в ряду; 3) влияния конструктивных особенностей свай (длины, размеров и формы поперечного сечения и т. д.), а также различных технологий погружения свай в грунтовое основание, из-за сложности организации, дороговизны и трудоемкости не представляется возможным. В таких случаях весьма эффективным методом всестороннего анализа и оценки работы систем «грунтовый массив – свайный фундамент – сооружение» могут быть испытания моделей фундаментов в лабораторных условиях.

С целью планирования, организации и выполнения собственных исследований на моделях свайных фундаментов авторами был выполнен поиск и анализ публикаций в научных изданиях, посвященных исследованиям работы моделей как одиночных, так и групп свай в искусственных массивах, моделирующих грунтовые основания, сформированных: 1) в большеразмерных железобетонных лотках универсального назначения, предназначенных не только для исследований в области фундаментостроения; 2) в металлических лотках и в лотках из оргстекла, сконструированных и изготовленных специально для выполнения исследований моделей свайных фундаментов оригинальной конструкции; 3) в готовых емкостях различной формы, выполненных из различных материалов и приспособленных для испытаний моделей; 4) в лотках, собранных из подручных материалов, например, из мебельных щитов; 5) в узких лотках со стеклянными стенками, предназначенных для визуального наблюдения за процессами деформации моделей грунтовых массивов и перемещений моделей свай и свайных фундаментов [1–5].

Модели грунтовых массивов чаще всего выполнялись из песка различной крупности и значительно реже из глинистых грунтов, а также из эквивалентных материалов. Использование песка в исследованиях объясняется относительной простотой приготовления моделей грунтового основания. При этом в ряде экспериментов в лоток сначала устанавливались модели свай и только потом засыпался песок с уплотнением или без него. Приготовить модель грунтового массива из глинистого связного грунта, да еще с заданными свойствами, существенно более сложная и трудоемкая задача. Поэтому в ряде случаев исследователи заменяли глинистые грунты эквивалентными композитными материалами, обладающими характеристиками, близкими к характеристикам грунтов, такими как: удельный вес, угол внутреннего трения, удельное сцепление и модуль деформации. Примером такого эквивалентного материала является использовавшийся на кафедре «Основания и фундаменты» ЛИИЖТ материал, состоящий из мелкозернистого песка, мелкой резиновой крошки, придающей материалу сжимаемость, и связующего материала – автола (моторного масла).

Модели свай изготавливались: 1) из обрезков стальных, реже алюминиевых или пластмассовых труб различной длины и диаметра с различной толщиной стенок; 2) из стальных стержней круглого сечения небольшого диаметра с гладкой поверхностью; 3) из плексигласа; 4) из дерева. Использование готовых труб и стержней значительно упрощало изготовление моделей.

Чаще всего в исследованиях использовались модели одиночных свай, реже модели компактных групп свай, а также модели рядов свай с горизонтальными нагрузками, действующими перпендикулярно к ряду свай.

С учетом изученного опыта исследований работы свай и свайных фундаментов на моделях в лабораторных условиях авторами была разработана методика, а также сконструирована и изготовлена установка для исследования работы ленточных 1-3-рядных свайных фундаментов в глинистых грунтах с передающимися на них горизонтальными нагрузками, действующими вдоль рядов свай. Основой конструкции лабораторной установки является лоток прямоугольной, вытянутой в плане формы, с размерами ($l \times b \times h$) 1,6×0,42×1,2 м и объемом $V \approx 0{,}8$ м^3, позволяющий проводить испытания моделей свай и свайных фундаментов со сваями сечением 30×30 мм, длиной 60–100 см, с количеством свай в рядах от 1 до 12. Геометрия, размеры и объем лотка были выбраны с учетом особенностей планируемых экспериментов, а также с целью снижения трудоемкости формирования массива глинистого грунта оптимального для проведения экспериментов объема (рис. 1–4 цв. вклейки).

Лоток, изготовленный из водостойкой ламинированной фанеры толщиной 20 мм, применяемой для изготовления опалубки при производстве работ по бетонированию монолитных строительных конструкций, установлен на выровненное жесткое основание из цементно-песчаного раствора марки М200, по верху которого уложена упругая, легко деформирующаяся подложка толщиной 6 мм (рис. 1 цв. вклейки). Стенки лотка усилены продольными стальными уголками, смонтированными с шагом 180 мм по высоте лотка.

Для удобства заполнения и извлечения грунта из лотка одна из его продольных стенок собирается по высоте из 3 отдельных горизонтальных панелей, которые крепятся к основанию лотка и к торцовым стенкам с помощью горизонтальных и вертикальных направляющих, изготовленных из стального равнополочного уголка.

К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МОДЕЛЕЙ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ»

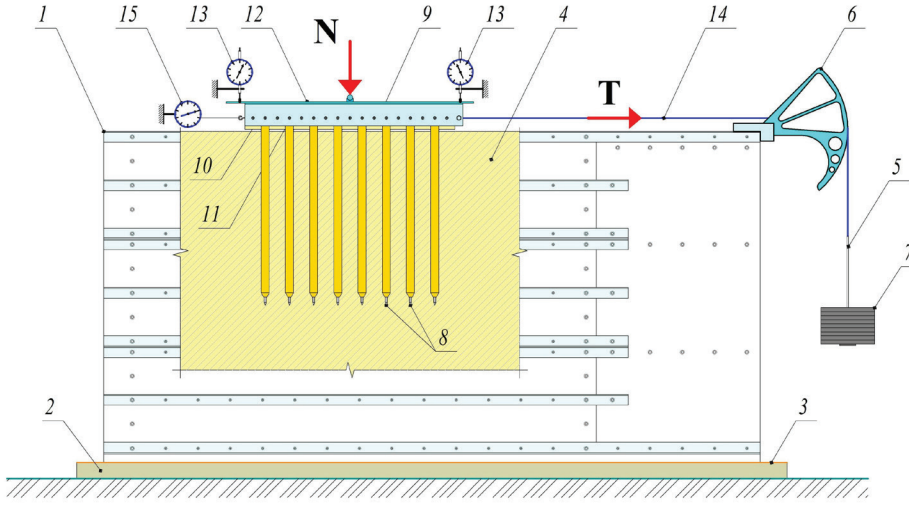


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для испытаний моделей ленточных свайных фундаментов в лабораторных условиях: *1* – лоток; *2* – жесткое основание; *3* – упругая подложка; *4* – грунтовый массив; *5* – подвеска; *6* – силовая установка; *7* – груз; *8* – модели свай; *9* – ростверк; *10* – опорная стальная плита; *11* – индикатор; *12* – трос; *13* – прогибомер

Рис. 2. Лабораторная установка для испытаний моделей свайных ленточных фундаментов. Для передачи на модели горизонтальных нагрузок, используется рычаг от срезного прибора ГГП-30

Рис. 3. Для удобства заполнения и извлечения грунта продольные стенки лотка собираются из 3 отдельных секций, усиленных продольными стальными уголками

Рис. 4. Жесткая рама с вертикальной перегородкой позволяет изменять рабочий объем лотка и соответственно грунтового массива для испытаний моделей фундаментов с небольшим количеством свай

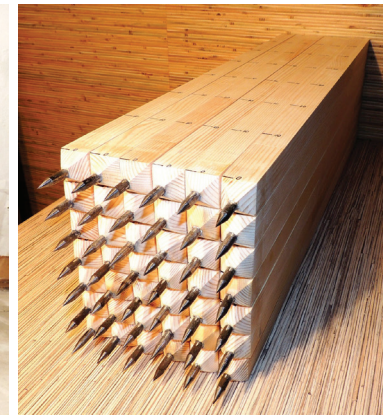


Рис. 5. Модели забивных призматических свай, изготовленных из отборной древесины в масштабе 1:10 с металлическими наконечниками-лидерами

Рис. 6. Ряд из 6 моделей свай. Апробирование методики погружения моделей свай с помощью механического молота

Рис. 7. Ряд из 4 моделей свай, расположенных строго в одной вертикальной плоскости, вскрытый после контрольной забивки

Рис. 8. Металлический наголовник, предохраняющий от разрушения деревянные модели сваи при их погружении в грунтовый массив

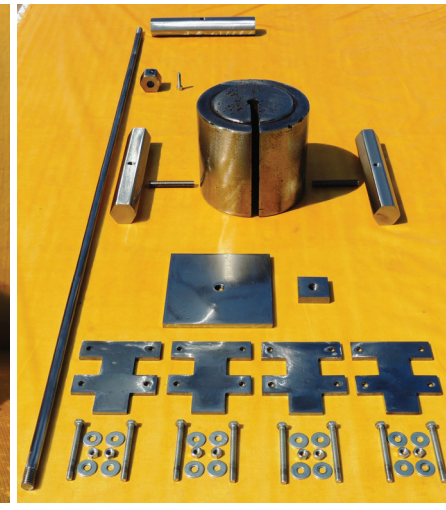


Рис. 9. Конструктивные элементы молота и металлического наголовника деревянных моделей свай

Рис. 10. Кондуктор, обеспечивающий расположение погружаемых свай строго в одной вертикальной плоскости

Рис. 11. Подготовленная к тестовым испытаниям модель свайного фундамента из 6 расположенных в 1 ряд свай

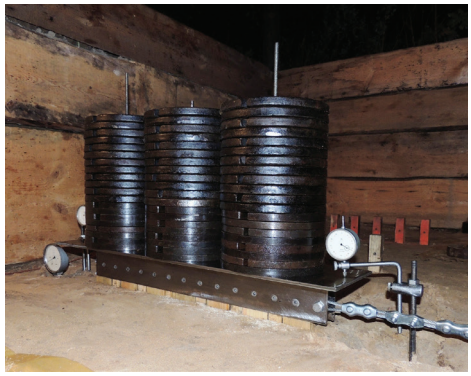


Рис. 12. Вертикальная нагрузка на модель свайного фундамента, состоящего из 6 линейно расположенных свай, создается с помощью набора тарированных грузов

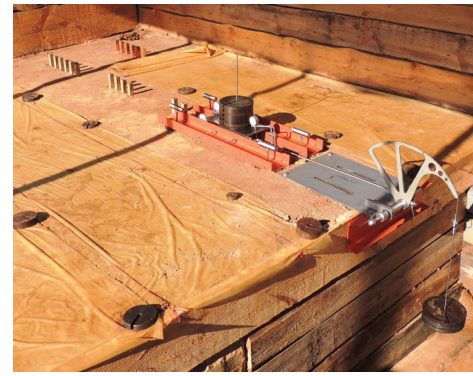


Рис. 13. Тестовые испытания моделей свайных фундаментов из 4 и 6 свай

Рис. 14. Шаровая мельница для измельчения и подготовки глинистых грунтов для формирования моделей грунтовых массивов заданной плотности и влажности

Рис. 15. Воздушно-сухой суглинок до и после помола и просеивания в шаровой мельнице

В конструкции, предназначенной для передачи на модели фундаментов горизонтальных нагрузок, использованы элементы силовой установки стандартного срезного прибора ГГП-30. Силовая установка опирается на вертикальные стенки лотка, усиленные вертикальными поперечными диафрагмами жесткости. Вертикальные нагрузки на модели свайных фундаментов создаются с помощью набора грузов, устанавливаемых на горизонтальную платформу из стального листа, смонтированного по верху модели ростверка.

После сборки лотка в нем формируется искусственный грунтовый массив заданного объема с заданными характеристиками плотности и влажности по методике, отработанной авторами на приготовлении грунтового образца небольшого объема из суглинка, отобранного на одной из строительных площадок Нижнего Новгорода [6].

Заполнение лотка производится последовательно, одинаковыми порциями заранее приготовленного рыхлого грунта, заранее определенной массы. Каждая порция рыхлого грунта уплотняются постепенно в несколько проходов ручной трамбовкой до контролируемой толщины уплотненного слоя с заданной плотностью. Толщина слоя уплотненного грунта контролируется по горизонтальным линиям, нанесенным на стенках лотка с заранее определенным шагом (рис. 3, 4 цв. вклейки).

В зависимости от количества моделей свай в ряду объем грунтового массива при необходимости может быть уменьшен за счет вкладыша из жесткой деревянной рамы и установки вертикальной поперечной стенки. Это позволяет снизить объем грунтового массива и соответственно трудоемкость его приготовления и расход грунта.

Для изучения влияния на работу моделей фундаментов: 1) различного количества свай в ряду; 2) свай разной длины и различного сечения; 3) свойств грунтов – необходимо большое количество экспериментов и, следовательно, многократное приготовление моделей грунтовых массивов с заданными физико-механическими свойствами. Для того чтобы существенно снизить трудоемкость приготовления массивов глинистых грунтов, авторами была сконструирована и изготовлена компактная шаровая мельница для измельчения воздушно-сухого грунта, монтирующаяся на лабораторном столе, в конструкции которой был реализован ударно-истирающий способ измельчения грунта (рис. 14, 15 цв. вклейки).

Рабочим элементом мельницы является заключенный в герметичный корпус вращающийся перфорированный барабан, диаметром D = 240 мм, высотой 150 мм с грунтоприемной емкостью объемом V = 6,0 л. Разрушение комочков воздушно-сухого грунта производится с помощью помещенных в барабан 30 стальных шариков диаметром d = 25,3 мм и массой 66,5 г каждый. Для защиты барабана от износа и получения грунта нужной тонкости помола к его внутренней цилиндрической поверхности крепится тканая сетка из нержавеющей стали с размером ячеек 0,25 мм, работающая подобно абразивному материалу, при взаимодействии с которым агрегаты и микроагрегаты грунта также разрушаются и затем просеиваются.

Мельница приводится в работу электродвигателем с регулируемым числом оборотов вала двигателя. Операции по загрузке и разгрузке происходят в безостановочном режиме работы установки. Производительность установки составляет 20–25 кг перемолотого и просеянного грунта в час.

Преимуществом разработанной конструкции по отношению к аналогичным по назначению установкам, таким как: лабораторные бегуны, барабанно-шаровые мельницы заключается в отсутствии необходимости просеивания грунта после помола, полуавтоматической загрузке и автоматической разгрузке рабочего барабана

без остановки работы мельницы.

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

Модели свай длиной 600–1000 мм и поперечным сечением 30×30 мм, были изготовлены из цельного массива древесины сосны, без естественных (сучки) и без приобретенных (усушечные трещины) пороков. В нижний конец сваи, имеющей форму четырехгранной пирамиды, вставляется стальной стержень-лидер диаметром 8 мм, длиной 100 мм с глубиной заделки в ствол модели 70 мм (рис. 5 цв. вклейки).

Погружение моделей забивных призматических свай на заданную глубину производится с помощью ручного молота специально подобранной массы в виде цилиндрической стальной болванки с центральным продольным отверстием, обеспечивающим строго вертикальное перемещение молота при его сбрасывании вдоль направляющей штанги (рис. 6, 9 цв. вклейки). Для того чтобы обеспечить нанесение удара строго вдоль продольной оси свай, используется специальный кондуктор, состоящий из легкосъемной стальной плиты и вертикальной направляющей штанги, фиксирующихся от горизонтальных перемещений (рис. 6 цв. вклейки). При необходимости энергия ударов, наносящихся по забиваемым моделям свай, регулируется изменением массы молота и высоты его сбрасывания. Для того чтобы предотвратить разрушение (смятие) головы деревянной модели свай в процессе их забивки в грунтовый массив, используется специально разработанный инвентарный, легко собирающийся и разбирающийся наголовник (рис. 8, 9 цв. вклейки).

Расположение моделей свай в ряд строго в одной вертикальной плоскости и на заданном расстоянии друг от друга обеспечивается: 1) использованием специально изготовленного кондуктора; 2) устройством в грунтовом массиве до погружения свай вертикальных скважин-лидеров диаметром 10 мм с помощью вдавливаемого в грунт стального стержня; 3) наличием в острие свай стержней-наконечников, для которых лидерные скважины служат направляющей (рис. 7, 9, 10 цв. вклейки).

Кондуктор, обеспечивающий заданное размещение свай в плане, представляет собой конструкцию в виде прямоугольной плоской стальной плиты, имеющей: 1) в центре квадратное отверстие с приваренной направляющей, выполненной из отрезка стальной трубы прямоугольного сечения размером 40×40×2 мм, длиной 100 мм; 2) квадратные вырезы в середине каждой из продольных сторон, расположенные на одной оси с направляющей; 3) отверстия диаметром 10,5 мм в углах плиты, предназначенные для ее фиксации от горизонтальных перемещений с помощью вертикальных стальных стержней-шпилек диаметром 10 мм, длиной 500 мм, плотно прижимающих плиту к поверхности грунтового массива (рис. 6, 9 цв. вклейки).

Модели ростверков выполнены из двух стальных неравнополочных уголков, с монтирующейся на них сверху опорной стальной плитой. Жесткое сопряжение голов свай между собой и с ростверком обеспечивается с помощью деревянных призматических элементов с поперечным сечением 30×60 мм, вставляемых между сваями, и тонких стальных пластинок, предназначенных для того, чтобы выбрать небольшие вертикальные зазоры между сваями и призматическими элементами жесткости.

Для создания вертикальных нагрузок, передающихся на модели фундаментов,

используются плоские тарированные грузы массой 2-4 кг, укладывающиеся строго по центральной оси фундамента на горизонтальную поверхность ростверка. Вертикальные перемещения фундамента измеряются с точностью до 0,01 мм при помощи двух индикаторов часового типа 15, смонтированных на противоположных концах ростверка.

Горизонтальные нагрузки на фундамент передаются с помощью силового устройства, изготовленного с использованием элементов силовой установки срезного прибора ГГП-30. Горизонтальные перемещения фундамента в уровне приложения нагрузки измеряются прогибомером с точностью 0,01 мм.

Апробирование разработанных авторами конструкций и методики проведения испытаний моделей свай на действие горизонтальных нагрузок были выполнены в полевых условиях на специально подготовленной экспериментальной площадке. Выполненные исследования показали, что экспериментальная установка предлагаемой конструкции, а также разработанная методика формирования моделей массивов грунтов могут быть использованы для испытаний моделей разных типов свайных фундаментов, подпорных и анкерных конструкций в массивах песчаных и глинистых грунтов заданной плотности и влажности. Конструкция лотка может быть также использована в исследованиях по совершенствованию известных и апробированию новых технологий усиления грунтовых оснований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яропольский, И. В. Полевые и лабораторные исследования устойчивости и прочности свай и шпунтовой стенки / И. В. Яропольский. – Текст : непосредственный // Труды ЦНИИВТ. – Ленинград, 1935. – Вып. 155. – С. 86–138.

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 ЛИИВТ. – Ленинград, 1954. – Вып. 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. – 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. – Вып. IV. – С. 275–284.

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

6. Григорьев, Ю. С. Моделирование работы свайных фундаментов в лабораторных условиях / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2021. – № 2 (58). – С. 46–53.

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

EXPERIMENTAL INSTALLATION FOR TESTING MODELS OF HORIZONTALLY LOADED PILE FOUNDATIONS

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: prismatic piles, horizontal loads, experimental installation.

The article describes the design of an experimental installation for testing models of piles and pile foundations subjected to vertical and horizontal loads.

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] / Trudy TsNIIVT [Selected articles of the TsNIIVT]. – Leningrad, 1935. – Vyp. 155. – P. 86–138.

2. Zarkhi A. Z. Eksperimentalnye issledovaniya raspredeleniya reaktivnykh davleniy grunta na shpuntovuyu stenku i odinochnuyu svayu pri deystvii gorizontalnoy sily [Experimental studies of the distribution of reactive ground pressures on a sheet pile wall and a single pile under the action of a horizontal force] / Trudy LIIVT [Selected articles of the LIIVT]. – Leningrad, 1954. – Vyp. 21. – P. 146–164.

3. Perov V. P. Issledovanie raboty modeley svay v mnogosloynom osnovanii pri deystvii gorizontalnoy nagruzki [Investigation of the operation of pile models in a multi-layer foundation under the action of a horizontal load] / Sbornik trudov LISI [Selected articles of the LISI]. – Leningrad, 1976. – № 112. – P. 20–26.

4. Zhemochkin B. N. Opyty s modelyami svay, rabotayuschikh na gorizontalnuyu nagruzku v laboratornykh usloviyakh [Experiments with models of piles subjected to a horizontal load in the laboratory] / Issledovaniya po teorii sooruzheniy [Research on the theory of structures]. – 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 studies of work and engineering methods for calculating pile groups of hammered piles] : spetsialnost 05.23.02 : dis. ... d-ra tekhn. nauk. – Moscow, 2002. – 375 p. : il.

6. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Experimentalnaya ustanovka dlya ispytaniy modeley gorizotalno nagruzhennykh modeley svaynykh fundamentov [Experimental installation for testing models of horizontally loaded pile foundations] Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2021. № 2 (58). P. 46–53.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2021
Получено: 25.05.2021 г.

УДК 69.059:725.132(470.341-25)

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

НИЖЕГОРОДСКИЙ ПАССАЖ БРАТЬЕВ БЛИНОВЫХ: ОБСЛЕДОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЯ

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: деформации здания, усиление, фундаменты, буроинъекционные сваи.

Приводятся результаты исследований причины деформации здания Нижегородского пассажа и результаты усиления основания и фундаментов здания буроинъекционными сваями.

Доходный дом купцов братьев Аристарха и Николая Блиновых, построенный в 1876–1878 годах нижегородским архитектором и инженером Р. Я. Килевейном по проекту петербургского архитектора А. К. Бруни, известен нижегородцам как «Блиновский Пассаж» (рис. 1 цв. вклейки). Пассáж (фр. passage – от первоначально военного: проход, переход, переправа) – популярный во второй половине XIX века тип торгового здания, где магазины размещены ярусами по сторонам широкого прохода-галереи, с естественным освещением через верхнее остекленное перекрытие. Такому определению соответствует скрытое во дворе от глаз прохожих, интересное своими архитектурными и конструктивными решениями, небольшое по объему кирпичное здание, примыкающее к зданию доходного дома – это и есть «Блиновский Пассаж», давший название всему комплексу зданий с системой дворовых построек, принадлежавших Блиновым (рис. 2 цв. вклейки). Особенность архитектурного решения пассажа – высокие двухъярусные арочные проемы, стеклянная двускатная крыша над галереей и пирамидальный световой фонарь над восьмигранным двухсветным залом (рис. 1–5).

Здание пассажа при первоначальном осмотре снаружи напоминало заброшенный склад с надстройкой в виде восьмигранного пирамидального купола (рис. 1, 2 и рис. 3, 4, 6 цв. вклейки). Трещины в кирпичных наружных стенах с раскрытием до 35–60 мм в карнизах и практически полным отсутствием их в цокольной части стен и в фундаментных стенах указывали на то, что здание испытывает деформации выгиба (рис. 1, 2, рис. 6 цв. вклейки) из-за неравномерных деформаций грунтового основания. Однако причиной развития такого рода деформаций могла быть как неравномерная осадка, так и деформации морозного пучения грунтового основания под фундаментами здания.

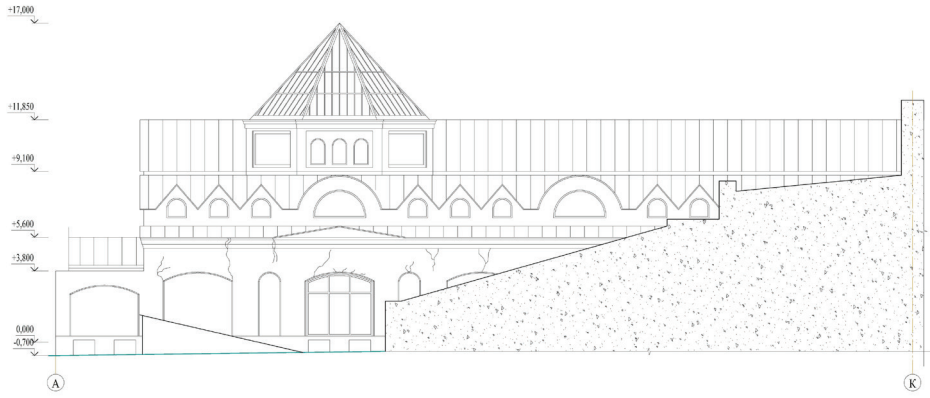


Рис. 1. Фасад А-К. Картограмма расположения трещин

Рис. 2. Фасад К-А. Картограмма расположения трещин

К концу XX века пассаж – заброшенное, полуразрушенное здание – было решено приспособить под «Центр занятости населения Нижегородской области». В связи с этим в 2002 году авторами настоящей работы были выполнены обследования с оценкой технического состояния здания и с разработкой рекомендаций по его реконструкции.

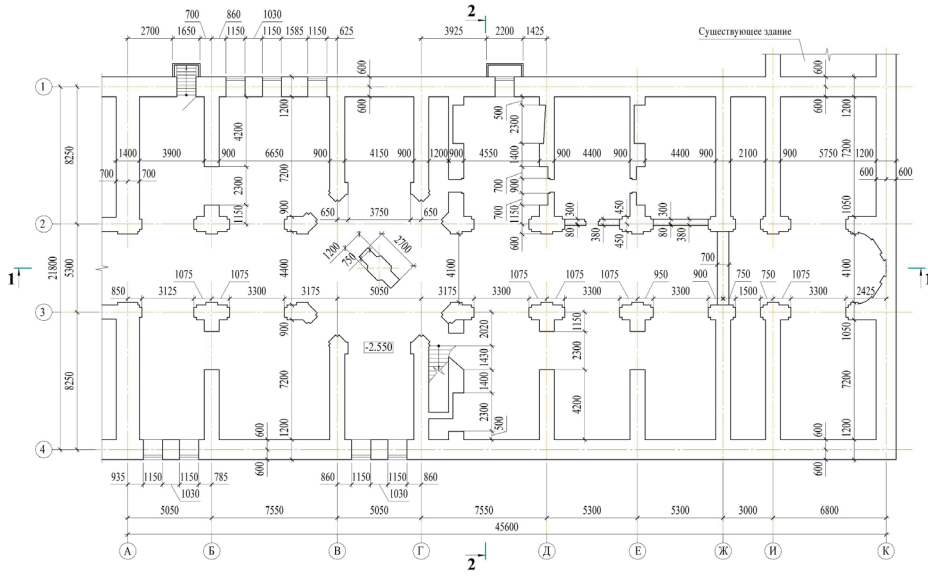


Рис. 3. План здания на отметке -2,550

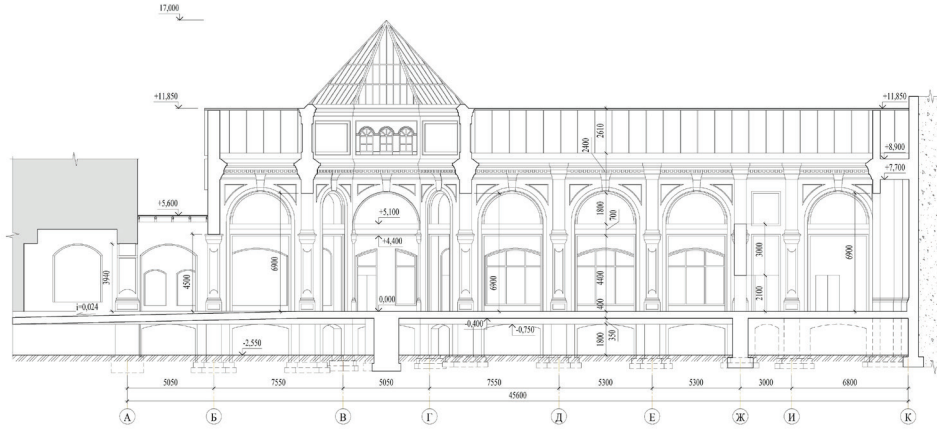


Рис. 4. Продольный разрез 1–1

К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА «НИЖЕГОРОДСКИЙ ПАССАЖ БРАТЬЕВ БЛИНОВЫХ: ОБСЛЕДОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЯ»

Рис. 1. Улица Рождественская, 24. Доходный дом купцов Блиновых

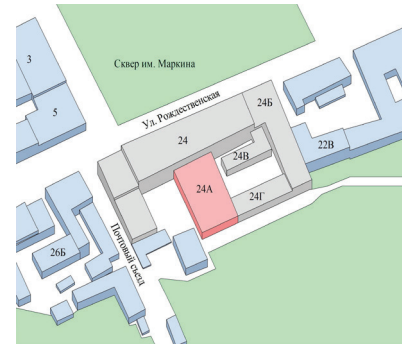


Рис. 2. Схема расположения комплекса зданий, принадлежавших Блиновым. Дом 24 А – «Блиновский пассаж»

Рис. 3. Фасад в осях А-К (см. рис. 1). Слева пассаж примыкает к основному зданию комплекса, справа врезается в волжский склон

Рис. 4. Вид с волжского склона. Зима 2001 г

Рис. 5. Фасад в осях К-А (см. рис. 2)

Рис. 6. Стены восьмигранного двухсветного зала с фрагментом пирамидального светового фонаря с разрушенным остеклением

Рис. 7. Конструкции светового фонаря над галереей с разрушенным остеклением, замененным кровлей из рубероида

Рис. 8. Трещины в стенах восьмигранного зала с наибольшим раскрытием – до 60 мм в карнизе

Рис. 9. Разрушение кирпичной кладки на глубину до 35 см в столбах, расположенных по периметру восьмигранного зала

Рис. 10. Трещина в наружной стене здания с раскрытием до 60 мм

Рис. 11. Смещение балки перекрытия проема из первоначального положения

Рис. 12. Полуразобранные конструкции перекрытия 1-го этажа на участке в осях Б-В/3-4

Рис. 13. Перекрытие 1-го этажа из профнастила по металлическим двутавровым балкам на участке Д-Е/1-2

Рис. 14. Кирпичный свод с локальным прогибом, расположенный над подвалом, под восьмигранным залом здания в осях 2-3/Б-В

Рис. 15. Лучковая кирпичная перемычка над проемом в осях Д/3-4, сохранившаяся после демонтажа металлических балок надподвального перекрытия

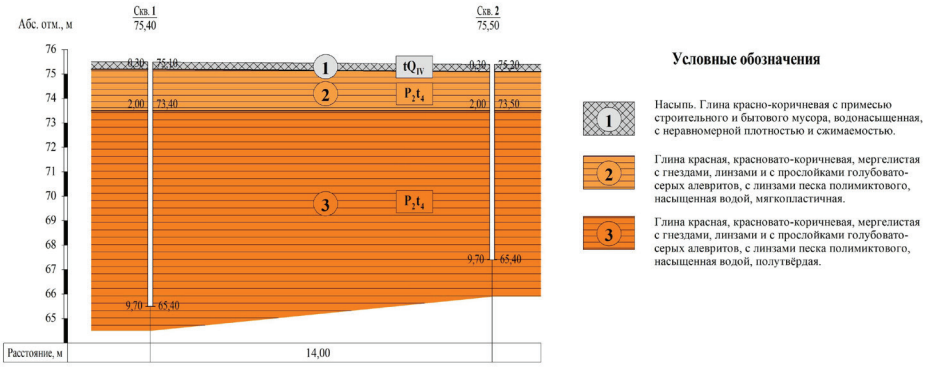


Рис. 16. Инженерно-геологический разрез I-I

Рис. 17. Наледи на полу подвала на участке в осях 1/Б-В, образовавшиеся в результате утечек из неотключенного водопровода. Зима 2002-03 г.

Рис. 18. Наледи в подвале на участке в осях 1/Б-Д, образовавшиеся в результате утечек из неотключенного водопровода. Зима 2002-03 г.

Рис. 19. Испытания 6-метровой буроинъекционной сваи статическими нагрузками

Рис. 20. Буроинъекционные сваи на участке в осях 1-2/В-Г, выполненные с предварительным оттаиванием наледи

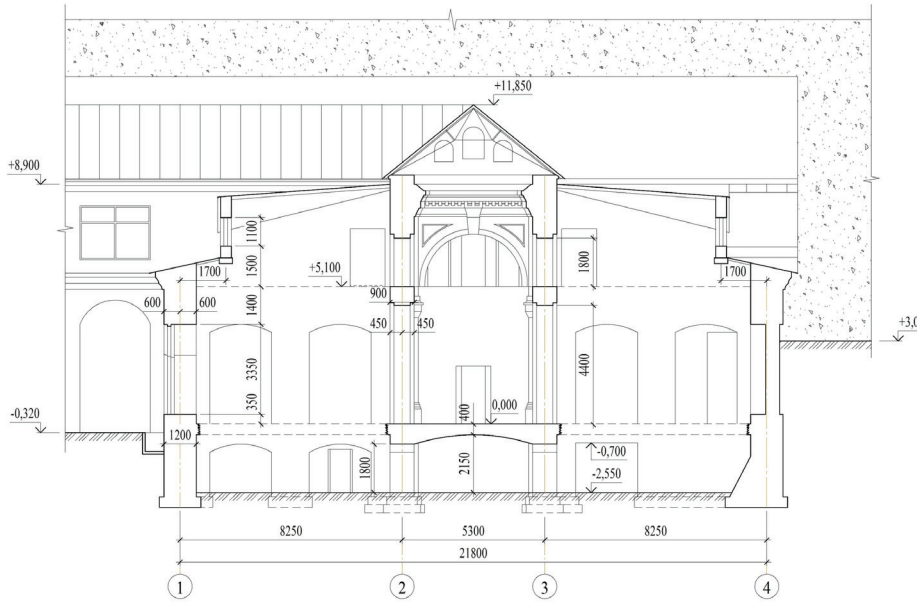


Рис. 5. Поперечный разрез 2–2

Для обследования фундаментов и грунтового основания были отрыты 12 шурфов и пробурены 2 скважины глубиной 8 м с отбором образцов грунтов нарушенного и ненарушенного сложения (рис. 6).

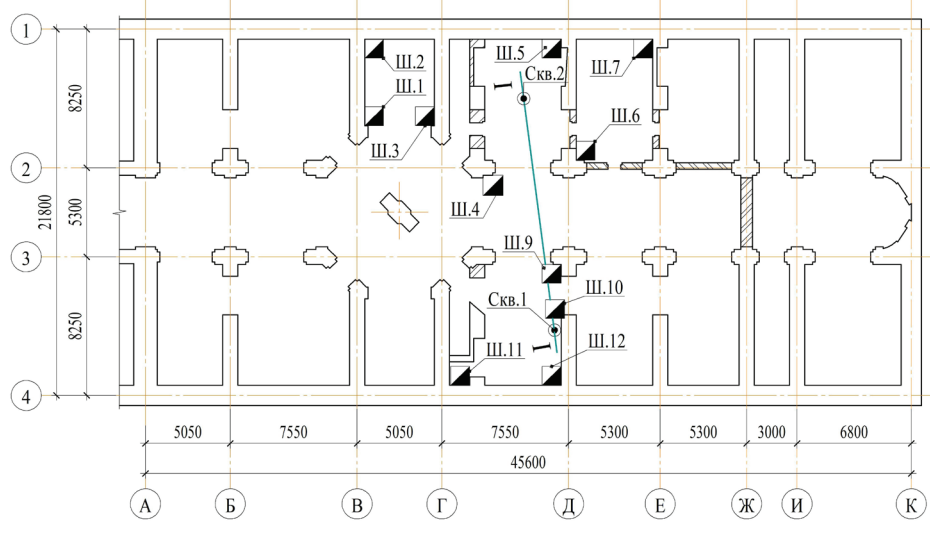


Рис. 6. Схема расположения инженерно-геологических выработок

По результатам исследований, выполненных ННГАСУ, в грунтовой толще основания здания было выделено 3 инженерно-геологических элемента (рис. 16 цв. вклейки):

ИГЭ-1. Насыпной грунт. Представлен глиной красно-коричневой с примесью строительного и бытового мусора, водонасыщенный, характеризующийся неравномерной плотностью и сжимаемостью. Мощность в пределах контура здания 0,2–0,3 м. Плотность грунта ρ =17,4 г/см^3. Расчетное сопротивление R_0 = 80 кПа.

ИГЭ-2. Представлен глиной красной, красновато-коричневой, мергелистой с гнездами, линзами и с прослойками голубовато-серых алевритов, с линзами песка полимиктового, мягкопластичный, насыщенной водой. Мощность от 1,7 до 2,1 м. Залегает под насыпным грунтом, служит водоупором для техногенного водоносного горизонта. Выделен в отдельный инженерно-геологический элемент по показателю текучести.

ИГЭ-3. Представлен глиной красной, красновато-коричневой, мергелистой с гнездами, линзами, и прослойками голубовато-серых алевритов с линзами песка полимиктового, полутвердой, насыщенной водой. Мощность в пределах пробуренной толщи от 7,7 до 9,7 м. Выделен в отдельный инженерно-геологический элемент по показателю текучести.

Несущим слоем фундаментов здания является глина ИГЭ-2, характеристики которой приведены в табл. 1.

Подвальные помещения здания в течение длительного времени затапливались водой из заброшенного трубопровода, из-за чего грунтовое основание насыщалось водой, неоднократно промерзало в зимнее время с образованием наледей, не таявших в затененных помещениях подвала в течение всего лета (рис. 19, 20 цв. вклейки). По параметру пучинистости R_f, определенному в соответствии с п.6.8 СП 22.13330, глина несущего слоя основания (ИГЭ-2) относится к чрезмерно пучинистым ($R_f \times 102$ = 3,23 >1,47). Расчетная глубина промерзания основания, не отапливавшегося в течение нескольких зим здания, d_f =1,91 м.

Таблица 1

ИГЭ-2. Глина мягко-текучепластичная

Номер характеристики	Характеристики физико-механических свойств	Нормативные значения
1	Плотность ρ, г/см^3	1,67
2	Плотность частиц ρ^s, г/см^3	2,74
3	Плотность сухого грунта ρ^d, г/см^3	1,14
4	Коэффициент пористости e , д.е.	1,40
5	Пористость n, %	58,48
6	Влажность W, %	46
7	Степень влажности S_r, д.е.	0,9
8	Граница текучести W_l, %	56
9	Граница раскатывания W_p, %	29
10	Число пластичности J_p, %	27
11	Показатель текучести J_l, д.е.	0,62
12	Угол внутреннего трения φ_n, градус	10
13	Удельное сцепление c_n, кПа	33
14	Приведенный модуль деформации E_{oed}, кПа	3200
15	Модуль деформации E , кПа	12800

В результате глина под фундаментами, в пределах промерзшей толщи, оказалась расструктуренной, с высокой пористостью, в состоянии от тугопластичного до мягко- и текучепластичного, насыщенной водой, что привело к существенному снижению характеристик прочности.

Обследованиями вскрытых фрагментов фундаментов было установлено, что фундаменты под стенами и столбами здания выполнены из полнотелого, глиняного кирпича на известковом растворе. Глубина заложения фундаментов от 0,0 до 1,3 м (рис. 7). Средняя прочность кирпича 3,93 МПа, что соответствует стандартной марке М35 (рис. 17). Средняя прочность раствора 1,02 МПа, что соответствует стандартной марке М10.

Состояние фундаментов было оценено как неудовлетворительное из-за многочисленных фрагментов фундаментных стен, разрушенных на глубину от 100–150 мм и в некоторых случаях до 250–350 мм, в результате многократного размораживания кирпичной кладки (рис. 7).

Расчетами, выполненными для одиннадцати наиболее характерных сечений, было установлено, что для здания с надстраиваемыми наружными стенами и монолитными железобетонными перекрытиями, выполняемыми взамен разрушенных, проверка среднего давления под подошвой фундаментов выполняется лишь для 3 сечений, а в 8 сечениях превышение среднего давления над расчетным сопротивлением расструктуренной глины составляет от 7,5 до 136 %.

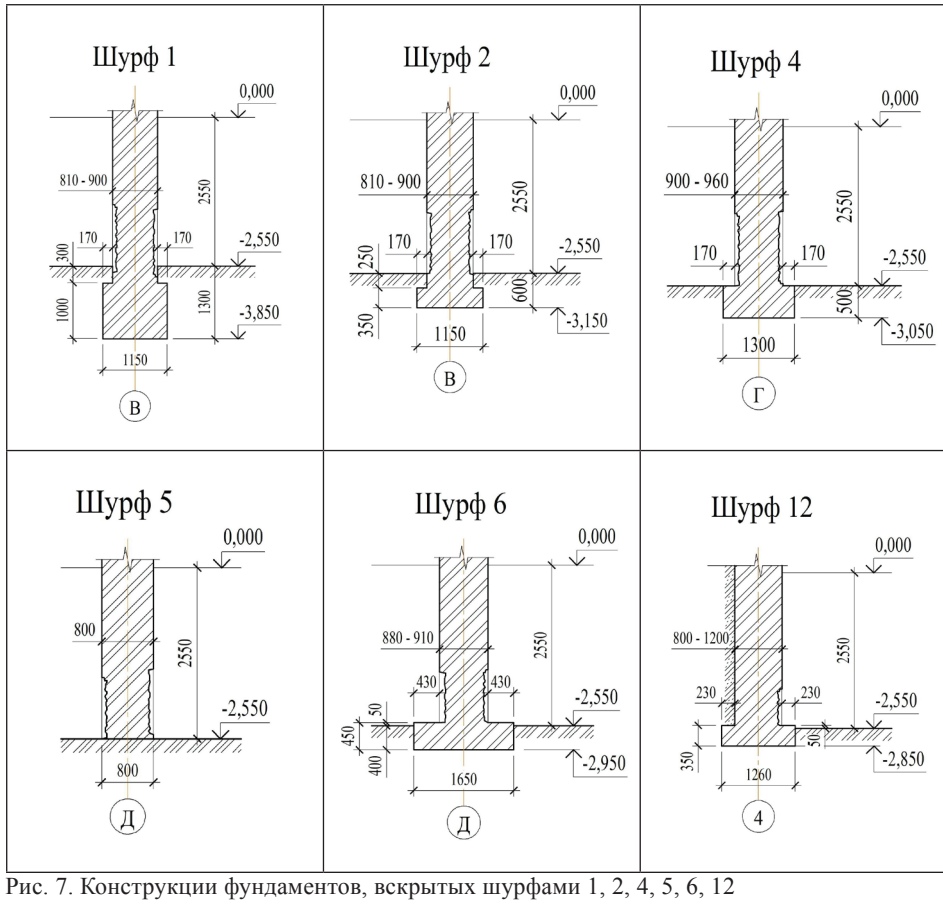


Рис. 7. Конструкции фундаментов, вскрытых шурфами 1, 2, 4, 5, 6, 12

Проверка выполняется во всех сечениях лишь в случае, если на фундаменты передается нагрузка только от собственного веса ненадстроенных стен, что соответствует состоянию здания на период обследований.

При расчетной глубине промерзания 1,91 м, промерзание грунта под фундаментами на различных участках составляет 0,6–1,9 м, что стало причиной неравномерных деформаций морозного пучения грунта несущего слоя и, как следствие, причиной деформаций строительных конструкций здания, искривления его горизонтальных линий, образования в стенах трещин, смещения отдельных конструкций из первоначального положения (рис. 8–15 цв. вклейки).

В условиях, когда грунтовое основание под большей частью восстанавливаемого здания необходимо было разгрузить, для усиления системы «основание-фундаменты» были использованы буроинъекционные сваи диаметром 160 мм, из мелкозернистого бетона В15 с армированием продольной арматурой 4ø12 А-III (рис. 8, 9 и рис. 19–20 цв. вклейки) [1, 2].

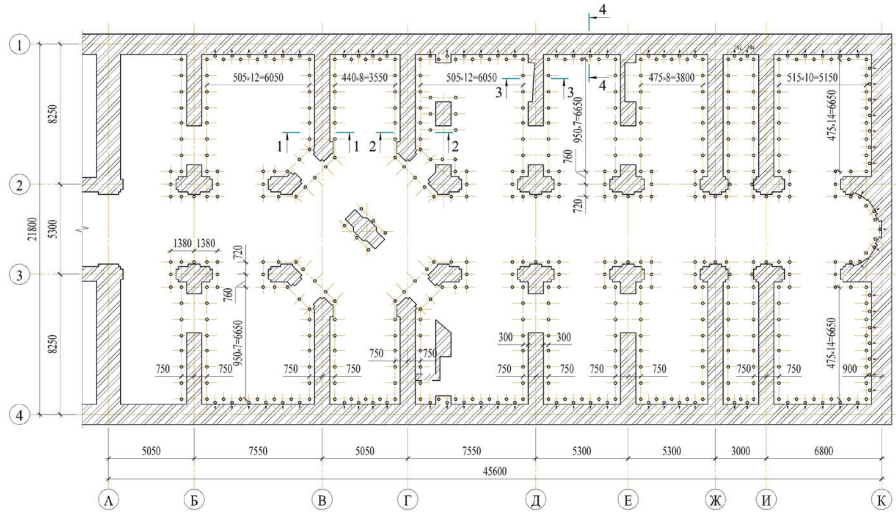


Рис. 8. Схема расположения элементов свайного поля

Расчетами свай различной длины, изменяющейся от 5 до 10 м, с шагом в 0,5 м было установлено, что наиболее рациональной является свая длиной 6 м с расчетной несущей способностью по грунту F_d = 128 кН и с расчетной нагрузкой, допускаемой на сваю N_u = 91 кН. Расчетная величина несущей способности сваи принятой конструкции по прочности материалов F_{dm} = 261 кН. Расчетное значение несущей способности свай было подтверждено испытаниями специально выполненной 6-метровой сваи статическими нагрузками, в результате которых $F_d = F_{u,min}$ = 150 кН.

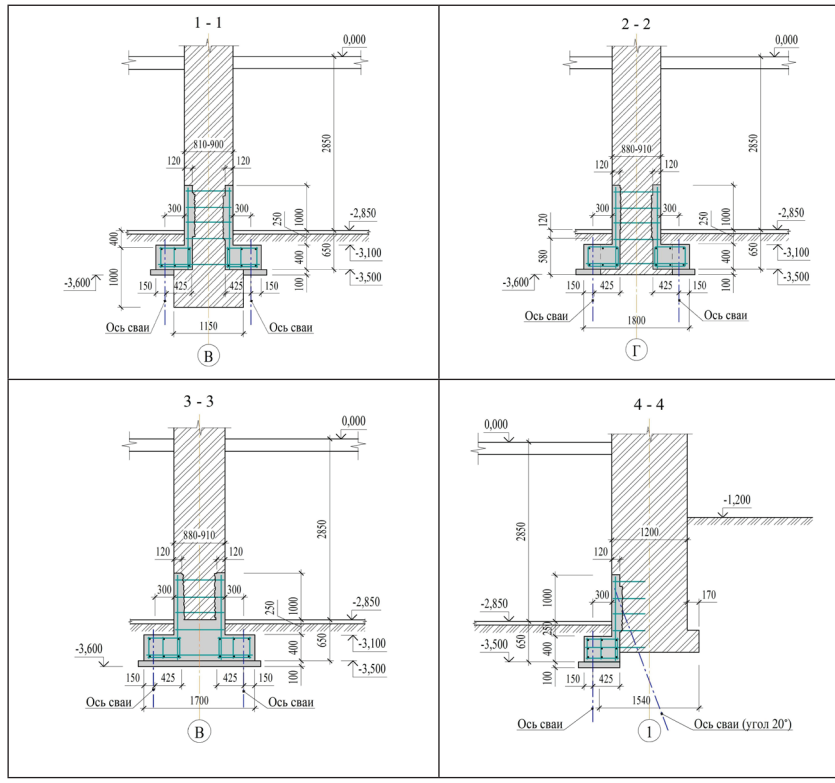


Рис. 9. Сечения фундаментов, усиленных монолитными железобетонными обоймами и буроинъекционными сваями (см. рис. 8)

Конструкции ростверков с монолитными железобетонными обоймами-«рубашками» обеспечили не только связь буроинъекционных свай с конструкциями существующих фундаментов, но и усиление кирпичных фундаментных стен, в значительной степени поврежденных в результате размораживания (рис. 9, 10).

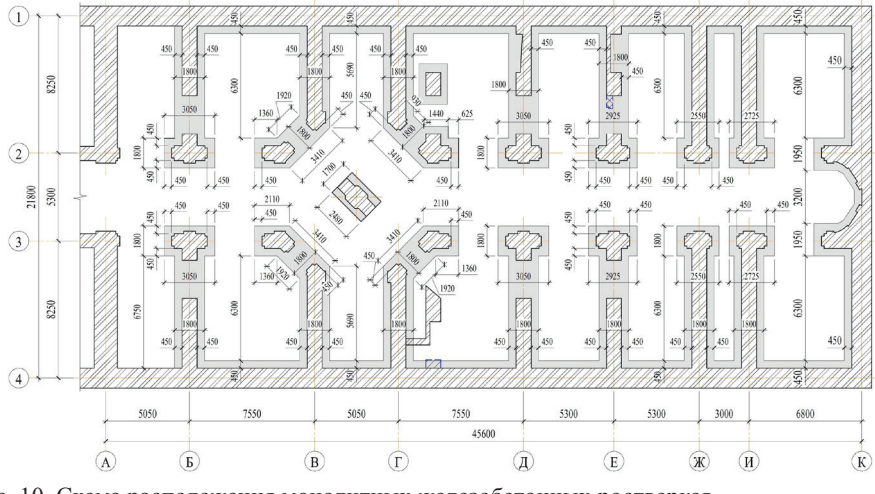


Рис. 10. Схема расположения монолитных железобетонных ростверков

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коновалов, П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий / П. А. Коновалов, В. П. Коновалов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : АСВ, 2011. – 384 с. – ISBN 978-5-93093-799-2. – Текст : непосредственный.

2. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общей редакцией В. А. Ильичева и Р. А. Мангушева. – Москва : АСВ, 2016. – 1040 с. – ISBN 978-5-4323-0191-8. – 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

THE NIZHNY NOVGOROD PASSAGE OF THE BLINOVS BROTHERS: SURVEY AND RECONSTRUCTION OF THE FOUNDATIONS

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: deformations of the building, reinforcement, foundations, bored-injection piles.

The article presents the results of studies of the causes of deformation of the Nizhny Novgorod Passage building and the results of strengthening the base and foundations of the building with bored -injection piles.

REFERENCES

1. Konovalov P. A., Konovalov V. P. Osnovaniya i fundamenty rekonstruiruemykh zdaniy [Bases and foundations of reconstructed buildings]. – 5-e izd., dop. i pererab. – Moscow : ASV, 2011, 384 p. – ISBN 978-5-93093-799-2.

2. Spravochnik geotekhnika. Osnovaniya, fundamenty i podzemnye sooruzheniya [Geotechnics reference book. Bases, foundations and underground structures] / Pod obschey red. V. A. Ilichyova i R. A. Mangusheva. – Moscow: ASV, 2016, 1040 p. – ISBN 978-5-4323-0191-8.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2021
Получено: 01.07.2021 г.

УДК 528.482:697.8

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕНА ПРОМЫШЛЕННЫХ ДЫМОВЫХ ТРУБ ОДНОСТОРОННИМ И ДВУХЭТАПНЫМ СПОСОБОМ НАПРАВЛЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 434-05-26; эл. почта: kochetova@nngasu.ru
Ключевые слова: крен, сечение, односторонний и двухэтапный способ, теорема косинусов, точность.

Рассматриваются теоретические основы определения крена промышленных дымовых труб односторонним и односторонним двухэтапным способом направлений. Сущность способа заключается в использовании теоремы косинусов, позволяющей сразу определять полный крен трубы и его направление с одной или с двух створных точек стояния электронного тахеометра. Приведенные результаты моделирования, экспериментальных исследований и оценки точности подтверждают состоятельность предложенных вариантов способа направлений в сложных для геодезических измерений условиях промышленных площадок.

В нашей стране по данным на 2008 год насчитывалось более 270 тыс. дымовых и вентиляционных труб [1]. Из них: около 3,5 тыс. железобетонных труб высотой до 370 м, 15 тыс. кирпичных и до 250 тыс. металлических. Эти сооружения на стадии строительства и эксплуатации могут претерпевать различного вида деформации. Крен – наиболее характерный показатель общей деформации сооружений башенного типа.

Согласно СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений», крен не должен превышать 0,005 для труб высотой $H < 100$ м и $1/2H$ – для труб большей высоты. В работе [1] приведены допустимые предельные отклонения верха промышленных труб, которые иллюстрируются графиками на рис. 1 и которыми будем руководствоваться в дальнейшем.

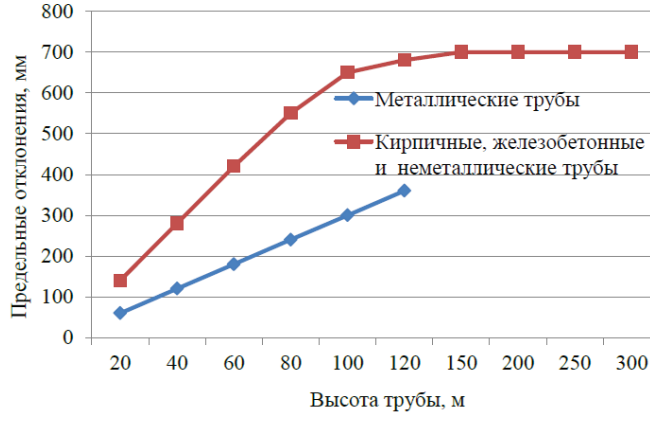


Рис. 1. Предельные допустимые отклонения верха промышленных труб

Необходимо отметить, что существует большое количество способов определения крена [2], среди которых широкое распространение получил способ направлений как наиболее простой в исполнении и последующей камеральной обработке.

Напомним, что этот способ (назовем его непосредственным) заключается в определении разности Δ направлений на центры верхнего $О_В$ и нижнего $О_Н$ сечения трубы (рис. 2).

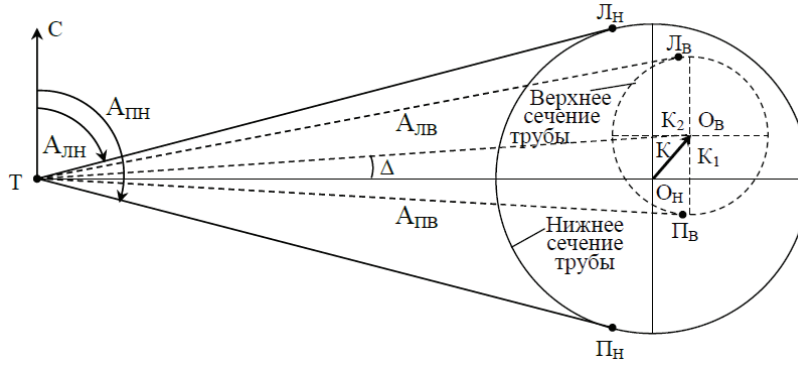


Рис. 2. Схема определения крена дымовой трубы непосредственным способом направлений

Для этого из точки Т измеряют произвольные направления или магнитные азимуты $А_{ЛВ}$, $А_{ПВ}$ на точки $Л_В$, $П_В$ верхнего сечения трубы и $А_{ЛН}$, $А_{ПН}$ на точки $Л_Н$, $П_Н$ ее нижнего сечения. Вычисляют частный крен Δ в угловой мере:

$$\Delta = \frac{А_{ЛВ}+А_{ПВ}}{2} - \frac{А_{ЛН}+А_{ПН}}{2}, \qquad (1)$$

причем знак «плюс» Δ означает крен вправо от линии $ТО_Н$, знак «минус» – влево.

Частный крен трубы $К_1$ в линейной мере по перпендикулярному к линии $ТО_Н$ направлению длиной D вычисляют по формуле:

$$К_1 = 0{,}0049 \times \Delta \times D, \text{ мм}, \qquad (2)$$

где расстояние D в метрах, Δ – в секундах (″), 0,0049 в 1/″.

Аналогичным образом определяют частный крен $К_2$, выполняя измерения Δ по направлению, перпендикулярному первоначальному. Полный крен К вычисляют по теореме Пифагора или по теореме косинусов с учетом неперпендикулярности наблюдаемых направлений.

Средняя квадратическая ошибка (СКО) определения частного крена $К_1$ будет равна:

$$m_{К_1} = 0{,}0049\sqrt{D^2\, m^2_{\Delta} + \Delta^2\, m^2_D}, \qquad (3)$$

где, как и в формуле (2), D – в метрах, Δ – в секундах, 0,0049 в 1/″.

По формуле (3) подсчитаны СКО определения крена для различных расстояний D = 100; 150; 200; 250 и 300 м, различных Δ = 1′; 5′; 10′; 15′ и 20′ угловых минут при m_D = 1,0 м, m_Δ = 5″. Результаты вычислений иллюстрируются графиками на рис. 3.

Эти графики показывают, что даже при m_D = 1,0 м ошибка $m_{К_1}$ находится в пределах от 2,5–6,4 мм для 100 м и до 7,4–9,4 мм для 300 м и не превышает допустимой погрешности 30 мм измерения крена сооружений высотой до 100 м (согласно «Руководству по определению кренов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами. – Москва, – 1981»).

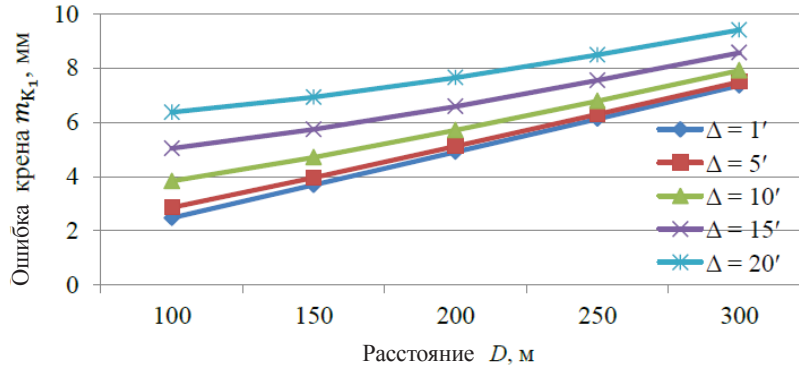


Рис. 3. Графики зависимости ошибки частного крена от D и Δ при m_Δ = 5" и m_D = 1,0 м

Поэтому на практике для определения частного крена по формуле (2) ограничиваются измерением только одного расстояния до нижнего центра трубы. В этом случае частный крен трубы K_1 можно вычислять по другой по сравнению с (3) формуле:

$$K_1 = 2D\sin\frac{\Delta}{2}\text{, мм,} \qquad (4)$$

причем в этой формуле расстояние D в миллиметрах, Δ – в секундах.

Согласно ГОСТ 24846-81 измерение кренов должно производиться с СКО, не превышающим 0,0005Н, что, например, для металлических труб высотой 20; 40; 60; 80; 100 и 120 м составит соответственно Кдоп = 10; 20; 30; 40; 50; 60 мм.

В свое время нами была разработана концепция перехода от допусков СНиП к допускам на контрольные геодезические измерения [3] и предложена формула, которая применительно к трубам имеет вид:

$$m_K = 0{,}4K_{доп}/t\,, \qquad (5)$$

где t является нормированным множителем, которому при его значениях 2; 2,5; 3 соответствует вероятность 0,955; 0,988; 0,997.

Формула (2) позволяет осуществлять корректный переход от допусков СНиП к СКО геодезических измерений с учетом степени доверительной оценкой точности. В дальнейшем подобный подход нашел свое подтверждение в [4, с. 394–397]. При этом в каждом конкретном случае необходимо указывать наименьшие величины крена $K_{min} = tm_k$, которые в процессе наблюдений необходимо фиксировать с заданной степенью достоверности t. Согласно выражению (5), получим для указанных выше $K_{доп}$ значения K_{min} = 2; 4; 6; 8; 10; 12 мм.

При условии, что D измерено безошибочно, представим формулу (3) в следующем виде:

$$m_\Delta = K_{min}/0{,}0049Dt\,. \qquad (6)$$

Расчеты по формуле (6) показывают, что при $D = 2H$ ошибка m_Δ = 5".

В настоящее время можно с помощью электронного тахеометра безотражательного типа измерять горизонтальные проложения d до верхнего и нижнего сечений трубы, прибавив к которым соответствующие радиусы R можно получить горизонтальные проложения D до ее центров. Тогда из треугольника TO_BO_H (рис. 2) по теореме косинусов можно вычислить сразу полный крен К трубы:

$$K^2 = (TO_B)^2 + (TO_H)^2 - 2(TO_B)(TO_H)\cos\Delta \qquad (7)$$

и определить его направление по знаку разности измеренных горизонтальных

проложений ($ТО_В$ – $ТО_Н$) и знаку угла Δ.

Так, например, в результате измерения на рис. 2 длин $ТО_В$ = 342 мм, $ТО_Н$ = 322 мм и Δ = 3,6° получено по формуле (5) значение К = 29,0 мм, которое полностью совпадает с таковым, измеренным непосредственно, а направление крена – «северо-восток».

Другой пример, взятый из работы [2, с. 92], содержит результаты измерения с двух станций частных кренов $К_1$ = 159 мм, $К_2$ = 51 мм при $Δ_1$ = 5′,5; $Δ_2$ = 1′,0 дымовой трубы Ново-Горьковской ТЭЦ высотой *H* = 120 м. По этим данным при угле между наблюдаемыми направлениями 87,605° был получен полный крен трубы К = 165 мм при $Т_1О_Н$ = 98,25 м и $Т_2О_Н$ = 174, 00 м. Если (рис. 2) принять $ТО_Н$ = 98,25 м, $ТО_В$ = 98,25 + 0,051 = 98,301 м и $Δ_1$ = 5′,5, то вычисленное по формуле (5) значение полного крена К будет равно 165 мм. Если принять $ТО_Н$ = 174,00 м, $ТО_В$ = 174,00 + 0,159 = 174,159 м и $Δ_2$ = 1′,0, то вычисленное по формуле (5) значение полного крена К будет равно 167 мм. Равенство теоретических значений К их практической величине позволяет сделать вывод о том, что двухсторонний способ направлений можно заменить односторонним путем выполнения измерений всего лишь с одной точки стояния прибора. При этом отпадает необходимость в выборе двух станций, обеспечивающих два взаимно перпендикулярных направления на объект, что зачастую бывает затруднено в условиях застроенности промышленной площадки. Кроме того, вместо частных кренов $К_1$ и $К_2$ можно сразу определять полный крен К и его направление.

Точность такого одностороннего способа определения полного значения крена К будет зависеть от точности m_D и $m_Δ$ измерения горизонтальных проложений $ТО_В$, $ТО_Н$ и угла Δ. В работе [3] приведена формула оценки точности результатов, получаемых по теореме косинусов, которая при условии $ТО_В$ = $ТО_Н$ = *D* и СКО $m_{ТОв}$ = $m_{ТОн}$ = m_D, примет для СКО крена $m_К$ следующий вид:

$$m_К = \sqrt{\frac{К^2}{2D^2}m_D^2 + \frac{1}{\rho^2}\left(D^2 - \frac{К^2}{4}\right)m_Δ^2}\ , \qquad (8)$$

где ρ = 206265".

По формуле (8) подсчитаны СКО $m_К$ для различных значений К = 60; 120; 180; 240; 300; 360 мм и различных *D* = 100;150; 200; 250;300 м при m_D = 5 мм и $m_Δ$ = 5". Такая точность линейных и угловых измерений может быть обеспечена современными электронными тахеометрами безотражательного типа. Полученные результаты представлены на графике (рис. 4). На основании этого графика можно констатировать, что при заданных значениях m_D и $m_Δ$ ошибка $m_К$ практически не зависит от величины К, а зависит только от расстояния *D*.

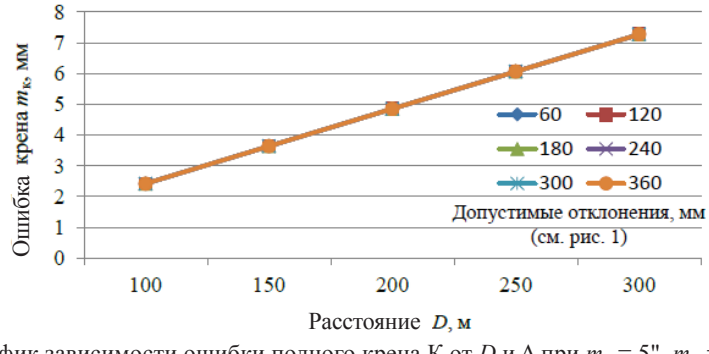


Рис. 4. График зависимости ошибки полного крена К от *D* и Δ при $m_Δ$ = 5", m_D = 5 мм

Однако следует отметить, что в описанном способе необходимо знать фактические радиусы R наблюдаемых сечений трубы, от точности которых в значительной степени будет зависеть точность получаемых результатов. Это замечание не относится к металлическим трубам, радиус которых поверху и понизу один и тот же. Что касается кирпичных и железобетонных труб, то их радиус может быть подсчитан по приведенной в работе [2] формуле:

$$R = d\,(\sin \beta/2 + \sin^2 \beta/2 + \sin^3 \beta/2 + ...), \qquad (9)$$

где d – горизонтальное проложение до наблюдаемого сечения трубы, м; β – горизонтальный угол между направлениями на левую и правую точки этого сечения, градусы.

Следует сказать, что рассмотренная методика выполнения и оценки точности непосредственного способа направлений применима лишь в том случае, когда с точки стояния прибора Т (рис. 2) видно все тело трубы. Однако на практике нижняя часть трубы зачастую бывает закрыта посторонними предметами или находится внутри сооружения. Поэтому наблюдатели ограничиваются определением крена только верхней видимой части трубы с последующей экстраполяцией крена на всю ее высоту, что может отрицательно сказаться на точности получаемых результатов. В этом случае способ направлений можно использовать в два этапа. Сущность такого одностороннего двухэтапного способа направлений поясняется рис. 5 и заключается в следующем.

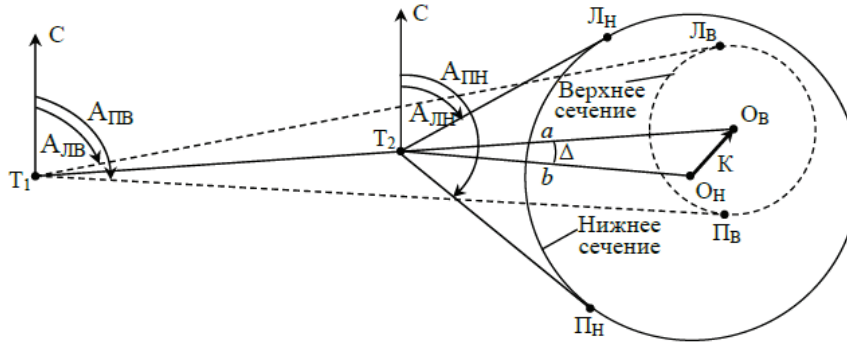
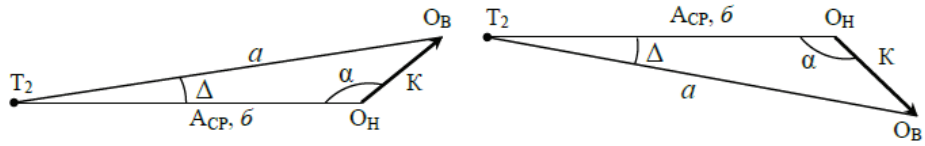


Рис. 5. Схема определения крена дымовой трубы двухэтапным односторонним способом направлений

Из точки $Т_1$ измеряют произвольные направления или магнитные азимуты $А_{ЛВ}$, $А_{ПВ}$ на точки $Л_В$, $П_В$ верхнего сечения трубы. Установив на горизонтальном круге тахеометра средний отсчет $(А_{ЛВ} + А_{ПВ})/2$, измеряют горизонтальное проложение $d_В$ до верхнего сечения трубы и вычисляют горизонтальное проложение $Т_1О_В = d_В + R_В$. На линии $Т_1О_В$ отмечают точку $Т_2$, из которой видна нижняя часть сооружения. Установив в этой точке тахеометр, измеряют как горизонтальное проложение $Т_2Т_1$, так и горизонтальные углы $Т_1Т_2Л_Н$ и $Т_1Т_2П_Н$ и вычисляют $А_{ЛН}$, $А_{ПН}$ на точки $Л_Н$, $П_Н$ нижнего сечения. По среднему направлению $А_{СР} = (А_{ЛН} + А_{ПН})/2$ измеряют горизонтальное проложение $d_Н$ до нижнего сечения трубы и вычисляют горизонтальное проложение $Т_2О_Н = d_Н + R_Н$. Вычислив горизонтальное проложение $Т_2О_В = Т_1О_В – Т_1Т_2$ и по формуле (1) угол Δ, находят из треугольника $Т_2О_ВО_Н$ по формуле (7) полный крен К.



а *б*

Рис. 6. Схемы к определению направления полного крена К при отрицательном Δ_2 (*а*) и положительном Δ_2 (*б*)

Для определения направления полного крена следует вычислить угол α (рис. 6) по теореме синусов $\sin\alpha = a\sin\Delta_2/K$ и с учетом знака Δ_2 определить магнитный азимут A_K:

$$A_K = A_{CP} + \alpha - 180° \text{ при } \Delta \text{ с «минусом»},$$
$$A_K = A_{CP} - \alpha + 180° \text{ при } \Delta \text{ с «плюсом»}. \quad (9)$$

Так, например (рис. 6), при $A_{CP} = 90°$ и $\alpha = 110°$, азимут A_K в первом случае будет равен 20°, а во втором случае 160°.

В свое время исследованию так называемого «соединительного треугольника» было посвящено большое количество работ, одно из полных обобщений которых приведено в книге [5]. В частности, было установлено, что наиболее выгодной формой треугольника считается та, где его острые углы не превышают 2-3°. Исходя из того, что косинус таких углов принимался равным единице, была выведена формула оценки точности, имеющая в общем случае следующий вид:

$$m^2_K = \left(\frac{a-b}{K}\right)^2 m_a^2 + \left(\frac{b-a}{K}\right)^2 m_b^2 + \left(\frac{ab\sin\Delta_2}{K\rho}\right)^2 m_{\Delta_2}^2 . \quad (10)$$

В соответствии с рис. 6, если $\Delta = 0°$ и СКО $m_a = m_b$, то в формуле (10) исчезнет третье слагаемое, и крен будет $K = a - b$, а $m_K = m_a\sqrt{2}$. Если в треугольнике $a = b$, то крен К можно вычислять по формуле (4), а в формуле (10) останется только третье слагаемое и $m_K = \frac{a^2\sin\Delta_2}{K\rho} m_\Delta$, где $\rho = 206265''$.

Указанное выше требование 2-3° может распространяться лишь на угол Δ, который достигает своего максимального значения, когда треугольник $T_2O_BO_H$ будет равнобедренным. Тогда $T_2O_B = T_2O_B = a$ и угол Δ можно найти из выражения $\sin\Delta/2 = K/2a$. По этой формуле были подсчитаны Δ для различных значений К = 60; 120; 180; 240; 300; 360 мм и различных a = 5; 10; 15; 20 м. Результаты вычислений иллюстрируются графиками на рис. 7, показывающими, что изменить,при необходимости величину Δ можно только варьируя расстояние a.

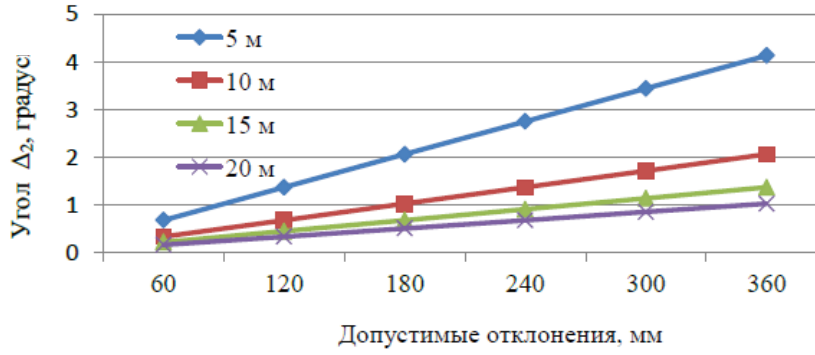


Рис. 7. Графики зависимости угла Δ от расстояния и величины отклонения К при $a = b$

При принятых выше значениях К и a и соответствующих им значениях Δ были подсчитаны величины третьего слагаемого формулы (10) при m_Δ = 5". Результаты вычислений иллюстрируются графиком на рис. 8.

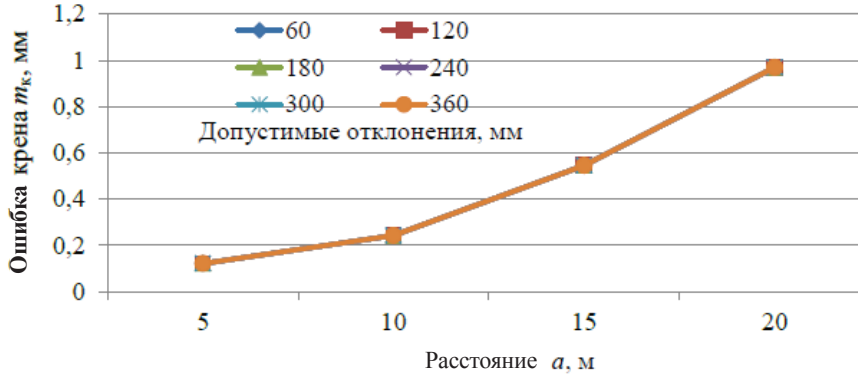


Рис. 8. График зависимости ошибки $m_к$ от расстояния a и угла Δ при m_Δ = 5" и $a = b$

На основании этого графика видно, что величина третьего слагаемого формулы (10) очень мала и даже при a = 20 м и m_Δ = 10" она составит всего 1,9 мм. Поэтому при малых расстояниях a и Δ ≤ 2-3° можно в формуле (10) третье слагаемое не принимать во внимание.

Предлагаемый односторонний двухэтапный способ направлений был опробован на дымовой трубе H = 30 м с радиусами 2,0 м понизу и 1,3 м поверху. С точки T_1 был получен средний азимут 2°,00103 на верхний центр трубы и измерено до него горизонтальное проложение. С точки T_2 был получен средний азимут 1°,93972 на нижний центр трубы и измерено до него горизонтальное проложение b = 5 868 мм. В результате вычислений получили угол Δ = +0°,06131 и горизонтальное проложение a = 5831 мм. По этим данным по теореме косинусов подсчитанный полный крен трубы К оказался равным 38 мм с направлением «юго-запад», что практически совпадает с полученными ранее координатным (40 мм) и линейно-угловым (43 мм) способами.

Представляет интерес степень влияния погрешности центрирования тахеометра в точке T_2 на точность определения крена трубы К (рис. 9). Во-первых, смеще-

ние прибора вдоль линии T_1O_B не окажет влияния на точность определения крена К, поскольку даже из смещенной точки T_2 будут измерены конкретные значения *а*, *б* и T_2T_1, которое в сумме с *а* должно быть равно T_1O_B.

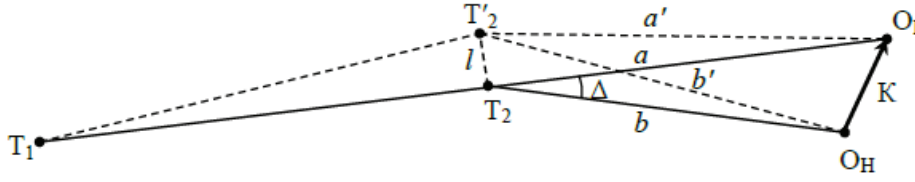


Рис. 9. Схема к определению влияния нестворности тахеометра на величину К

Во-вторых, смещение прибора по перпендикулярному к линии T_1O_B направлению также не окажет влияния на точность определения крена К. Действительно, для того чтобы отрезки *а* и *б* длиной 5 м изменились всего на 1 мм, смещение *l* должно быть не менее 100 мм. Даже такое смещение не окажет влияния в формуле (7) на величину cosΔ, поскольку при изменении угла от 0 до 4° косинус изменяется от 1 до 0,998, то есть практически остается равным единице.

В заключение отметим, что полученные результаты исследований подтверждают состоятельность одностороннего и одностороннего двухэтапного способа направлений определения крена сооружений башенного типа в сложных для геодезических измерений условиях промышленных площадок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Осоловский, В. П. О качестве работ по экспертизе промышленной безопасности и восстановлению работоспособного состояния дымовых и вентиляционных труб / В. П. Осоловский. – Текст : непосредственный // Промышленная безопасность дымовых и вентиляционных промышленных труб : сборник научных трудов по материалам консультационно-методического семинара, 19 июня 2008. – Уфа : БАЭ, 2008. – 126 с.

2. Шеховцов, Г. А. Контроль пространственного положения и формы высоких сооружений 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.

3. Шеховцов, Г. А. О точности геодезических наблюдений за деформациями сооружений / Г. А. Шеховцов. – Текст : непосредственный // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. – 1975. – Выпуск 22. – С. 88–93.

4. Большаков, В. Д. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам / В. Д. Большаков, Г. П. Левчук, В. Е. Новак [и др.]. – Москва : Недра, 1980. – 781 с. – Текст : непосредственный.

5. Раскаткин, Ю. Н. Определение недоступного расстояния электронным тахеометром с использованием клавиши SDH / Ю. Н. Раскаткин. – Текст : непосредственный // Промышленная безопасность-2013 : сборник статей / Нижегородский государственный архитектурно–строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – С. 151–155.

6. Шеховцов, Г. А. Теоретические основы одностороннего линейно-углового способа определения крена сооружений башенного типа круглой формы и результаты его моделирования / Г. А. Шеховцов, Ю. Н. Раскаткин. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2014. – № 2. – С. 134–140.

7. Оглоблин, Д. Н. Маркшейдерское дело : учебник для вузов / Д. Н. Оглоблин, Г. И. Герасименко, А. Г. Акимов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1981. – 704 с. – Текст : непосредственный.

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

DETERMINATION OF THE ROLL OF INDUSTRIAL CHIMNEY PIPES BY A ONE-SIDED AND TWO-STAGE METHOD OF DIRECTIONS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering.
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 434-05-26;
e-mail: kochetova@nngasu.ru
Key words: roll, section, one-sided and two-stage method, cosine theorem, accuracy.

The article discusses theoretical fundamentals for determining the roll of industrial chimneys by one-sided and one-sided two-stage directions. The essence of the method lies in the use of the cosine theorem, which makes it possible to determine immediately the entire roll of a chemney and its direction from one or two alignment points of the electronic total station. The presented results of modeling, experimental research and assessment of accuracy confirm the consistency of the proposed options for the method of directions in conditions of industrial sites difficult for geodetic measurements.

REFERENCES

1. Osolovsky V. P. O kachestve rabot po ekspertize promyshlennoy bezopasnosti i vosstanovleniyu rabotosposobnogo sostoyaniya dymovykh i ventilyatsionnykh trub [On the quality of work on the examination of industrial safety and restoration of the working condition of chimneys and ventilation pipes]. Promyshlennaya bezopasnost dymovykh i ventilyatsionnykh promyshlennykh trub [Industrial safety of chimneys and ventilation industrial pipes] : sbornik nauchnykh trudov po materialam konsultatsionno-metodicheskogo seminara, 19.06.2008. – Ufa. BAE. 2008. – 126 p.

2. Shekhovtsov G. A. Kontrol prostranstvennogo polozheniya i formy vysokikh sooruzheniy bashennogo tipa [Control of the spatial position and shape of tower-type structures] : monografiya // Nizhegorod. gos. arkhitektur.–stroit. un-t. - Nizhny Novgorod: NNGASU, 2018. – 214 p. ISBN 978-5-528-00265-1.

3. Shekhovtsov G. A. O tochnosti geodezicheskikh nablyudeniy za deformatsiyami sooruzheniy [On the accuracy of geodetic observations of deformation of structures] // Geodeziya, kartografiya i aerofotosyomka [Geodesy, cartography and aerial photography]. – Lvov. – 1975, № 22. – P. 88–93.

4. Bolshakov V. D., Levchuk G. P., Novak V. E., et al. Spravochnoe rukovodstvo po inzhenerno-geodezicheskim rabotam [Geodetic Engineering Reference Guide] – Moscow: Nedra, – 1980, 781 p.

5. Raskatkin Yu. N. Opredelenie nedostupnogo rasstoyaniya elektronnym takheometrom s ispolzovaniem klavishi SDH [Determination of the inaccessible distance with an electronic total station using the SDH key] // Promyshlennaya bezopasnost-2013 [Industrial safety-2013] : sb. st. – Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU. – 2013. – P. 151–155.

6. Shekhovtsov G. A., Raskatkin Yu. N. Teoreticheskie osnovy odnostoronnego lineyno-uglovogo sposoba opredeleniya krena sooruzheniy bashennogo tipa krugloy formy i rezultaty ego modelirovaniya [Theoretical foundations of a one-sided linear-angular method for determining the roll of tower-type structures of a round shape and the results of its modeling] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. – 2014. – № 2. – P. 134 – 140.

7. Ogloblin D. N., Gerasimenko G. I., Akimov A. G., et al. Marksheyderskoe delo [Mine surveying]. Uchebnik dlya vuzov. – 3-e izd., pererab. i dop. Moscow : Nedra. – 1981, 704 p.

© Г. А. Шеховцов, 2021
Получено: 06.03.2021 г.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 726.5:620.91

А. Г. КОЧЕВ[1], д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теплогазоснабжения; М. М. СОКОЛОВ[1], канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения; В. А. ЯКОВЛЕВ[2], канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции; М. А. МАРИНИНА[1], магистрант кафедры теплогазоснабжения

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ ЦЕРКВИ ЖЕН-МИРОНОСИЦ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-45-35; эл. почта: unirs@nngasu.ru
[2]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.
Тел.: (812) 575-05-31; эл. почта: yakovlevspb@rambler.ru
Ключевые слова: православные храмы, возобновляемые источники энергии, солнечные панели, тепловой насос, церковь Жен-Мироносиц.

Рассматриваются различные возобновляемые источники энергии применительно к православным храмам. Рассматриваются особенности использования тепловых насосов. Освещается возможность использования солнечных панелей непосредственно на кровле храма, на примере церкви Жен-Мироносиц в Нижнем Новгороде. Рассматривается возможность использования отдельно стоящих ветряных и солнечных электростанций. Описывается лабораторная установка с солнечными панелями и результаты исследований.

В настоящее время в мире при выборе источников энергии для энергоснабжения различных зданий и сооружений все больше внимания уделяют возобновляемым источникам. Использование этих альтернативных энергетических ресурсов сопряжено с различными факторами, такими как: климатические особенности, рельеф местности, продолжительность солнечного дня и многими другими. Также важную роль играет назначение здания или сооружения, для которого осуществляется энергоснабжение.

С позиции сложности создания и поддержания требуемых параметров микроклимата в зданиях, несомненно, следует выделить православные храмы [1, 2, 3]. Каждое культовое сооружение по-своему уникально как в плане архитектуры и различных конструктивных элементов, так и в плане исторической и культурной значимости. К каждому сооружению требуется индивидуальный подход, в том числе и в инженерных решениях.

Первоначально следует проанализировать архитектурные особенности сооружения: столпообразный, ярусный, типа «корабль» или прямоугольный по форме; имеет ли он крестово-купольную или бесстолпную конструкцию; есть ли световые просветы в барабанах храма или они отсутствуют и барабаны глухие (шеи) и так далее. При использовании инженерных коммуникаций важно не нарушить не только внешнюю архитектуру храма, но и его внутреннее убранство [4].

Учитывая тот факт, что некоторые храмы, в том числе и на территории Нижнего Новгорода, были построены до XVIII века, когда существовало строгое

деление на летние и зимние храмы (храм большего объема использовался только летом, а рядом стоящий малый храм – зимой), внедрение современных инженерных систем дополнительно усложняется.

В качестве установки, использующей возобновляемый источник энергии для систем отопления православных храмов, можно предложить грунтовый тепловой насос [5], но с некоторыми ограничениями. Прежде всего, тепловой насос наиболее эффективно работает в сочетании не с классическими радиаторными системами, а с теплыми полами. Также для климатических регионов с температурой наиболее холодной пятидневки ниже –30 °С все же следует предусмотреть радиаторные системы, достаточные для покрытия пиковых нагрузок. В рамках ранее проводимых исследований [6, 7] контуры теплых полов были рассмотрены для четырех православных храмов:

– Макарьевской, или Флачной часовни, ранее построенной в 1866 г., но впоследствии утраченной, где устройство инженерных коммуникаций было бы сопряжено с ее полным восстановлением.

– Церкви Покрова Пресвятой Богородицы, которая на момент проектирования инженерных систем нуждалась в существенной реконструкции.

– Храма, который на момент проектирования инженерных систем сам существовал только в виде проекта и еще не был никогда построен.

– Храма, который был перестроен из здания котельной, а прототипом послужила церковь Державной Божьей Матери, расположенная в поселке «Память Парижской Коммуны» Борского района Нижегородской области.

В рамках данной работы было решено исследовать храм, который в отличие от вышеописанных имеет богатую историю, не является перестройкой другого здания или современным проектом, прошедший реконструкцию и запечатленный на гравюрах XIX века – церковь Жен-Мироносиц в Нижнем Новгороде.

Рис. 1. Церковь Жен-Мироносиц г. Н. Новгород. Слева: рисунок с натуры Д. Я. Быстрицкого 1850-х годов, справа: литография Андре Дюрана, 1844 года

Церковь Жен-Мироносиц, о которой было известно еще с XIV века, была перестроена в камне в 1649 году, причем как двухъярусная церковь, где первый этаж был освящен в честь Знамения, а второй – в честь Жен-Мироносиц. Таким образом, это был один из первых храмов на Руси, который объединял летнюю и зимнюю церкви в одном здании. А строгое расположение по оси алтаря молельного зала, трапезной и колокольни над западным выходом ознаменовало появление нового типа храма – «корабль».

При проектировании теплового насоса с системой теплых полов в храмах, в

том числе и в церкви Жен-Мироносиц, необходимо обратить внимание на следующие факторы:

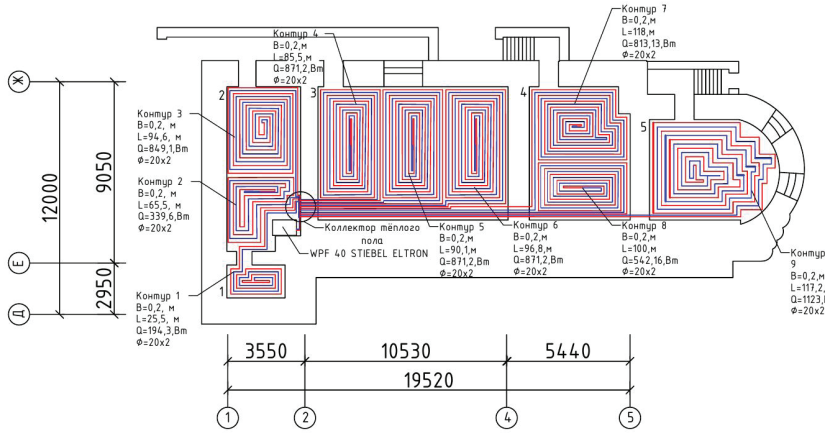
1) Первоначальная стоимость оборудования, которая в настоящий момент все еще достаточно высока, из-за чего сроки окупаемости такой системы (как и в данном случае) превышают 10 лет.

2) Для работы грунтового теплового насоса необходимы либо достаточно большая площадь земли для укладки внешнего контура горизонтальным способом, либо несколько достаточно глубоких скважин. В большинстве случаев склоняются ко второму варианту и для покрытия нагрузки в 50,34 кВт (70 % от расчетных теплопотерь для системы отопления) для церкви Жен-Мироносиц потребуется 9 вертикальных теплообменников в скважинах глубиной 97,68 м.

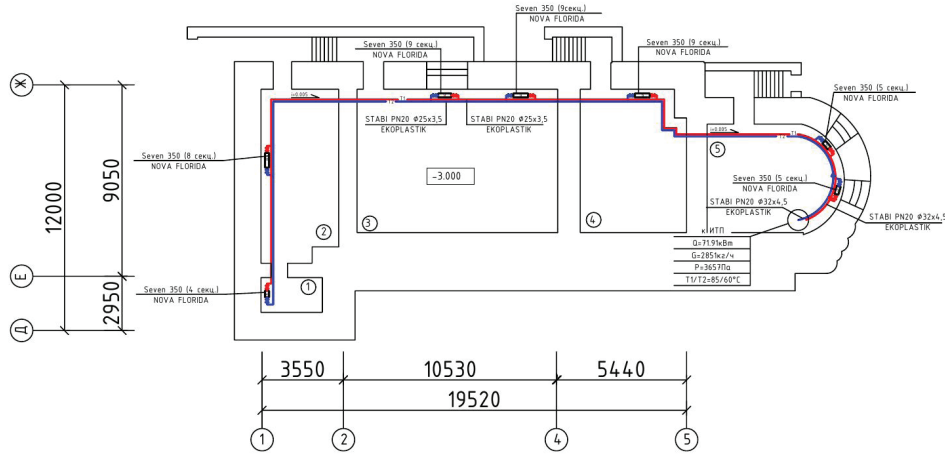
3) Тепловой насос пусть и в разы меньше, чем электрический котел схожей мощности, но все же потребляет электрическую энергию, для храма Жен-Мироносиц этот показатель составляет 9,4 кВт·ч.

4) Системы внутреннего контура в виде тепловых полов получаются достаточно нагроможденными по сравнению с классическим радиаторным отоплением, что можно увидеть на примере подвальных помещений храма (рис. 2).

5) Вопрос аккумуляции потоков сажи при применении теплых полов в храмах недостаточно хорошо изучен ввиду редкого использования в храмах этих инженерных систем. Но есть определенные основания полагать [8], что сажа будет более интенсивно оседать не только на стенах храма, но и на потолке, колоннах и прочих конструкциях, которые находятся в зоне действия конвективных струй теплого пола. В данном случае нельзя опираться на зарубежный опыт храмов католических конфессий, где тепловые насосы получили широкое распространение, поскольку имеются существенные отличия между проведениями богослужений, а горящие свечи в них могут быть заменены на электрические.



а



б

Рис. 2. Подвал церкви Жен-Мироносиц: *а* – контуры теплого пола; *б* – контуры системы отопления

Таким образом, напрашивается вывод, что при текущей стоимости теплового насоса в Российской Федерации по сравнению с другими энергетическими ресурсами для таких больших храмов, как церковь Жен-Мироносиц, в рассматриваемой климатической зоне несколько нецелесообразно использовать тепловой насос как основной источник отопления. Наиболее оптимальным решением, на наш взгляд, является использование теплового насоса, рассчитанного на нагрузки переходного периода и части отопительного сезона в зависимости от климатических особенностей региона.

Потребность в электричестве как теплового насоса, так и системы освещения храма может быть удовлетворена за счет установок, использующих возобновляемые источники энергии, такие как ветрогенераторы или солнечные панели. Причем в случае выработки электрической энергии для покрытия потребности систем освещения необходимое количество солнечных панелей может быть «теоретически» размещено на кровле храма. Именно храмы типа «корабль» обладают наиболее подходящей формой и площадью кровли.

В данном случае важно понимать, что термин «теоретически» означает не столько сложность установки панелей в техническом плане, сколько непростой вопрос взаимодействия с церковными институтами Российской Федерации, которые могут посчитать такое инженерное решение как неприемлемое из-за различных причин. Важно отметить, что за рубежом активно применять возобновляемые источники энергии, в том числе располагать солнечные панели на кровлях католических храмов (рис. 3) стали после энциклики папы Римского Франциска «Хвала Тебе» [9], в которой он выразил обеспокоенность в связи с глобальным потеплением и пагубными последствиями человеческой деятельности для окружающей среды.

В случае если размещение солнечных панелей на кровле будет одобрено, то для покрытия потребности в электрической энергии церкви Жен-Мироносиц, согласно расчету, потребуется 8 солнечных панелей производителя *Changzhou*

Sunday Energy Co (Модель BIFI mono solar panel 60cells 300~310 wC мощностью 310 Вт, размеры 1664×996×35 мм). Все эти панели могут быть полностью размещены на кровле здания с одной стороны (рис. 4).

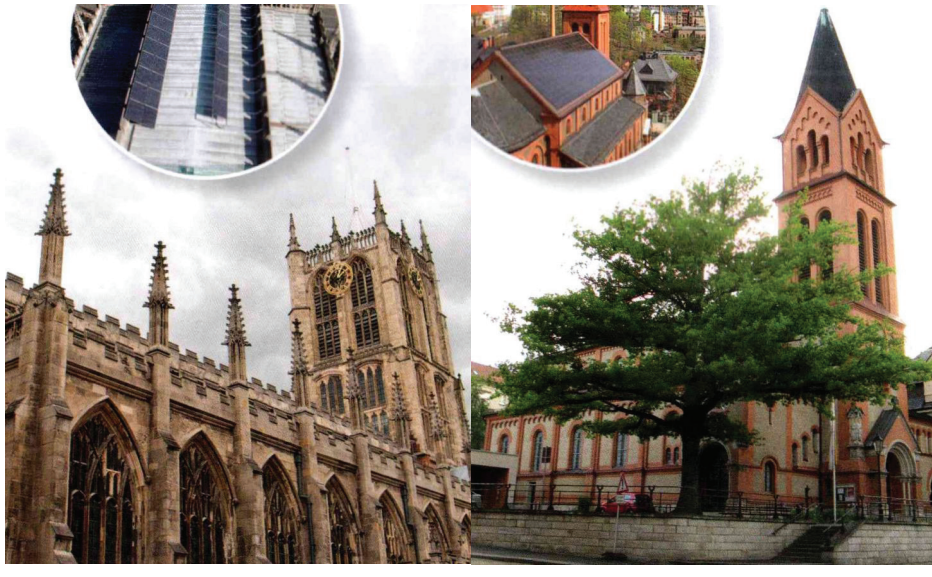


Рис 3. Фотоэлектрические панели на кровле: слева *Holy Trinity* (Кингстон-апон-Халл, Великобритания), справа *Herz-Jesu* (Плауэн, Германия)

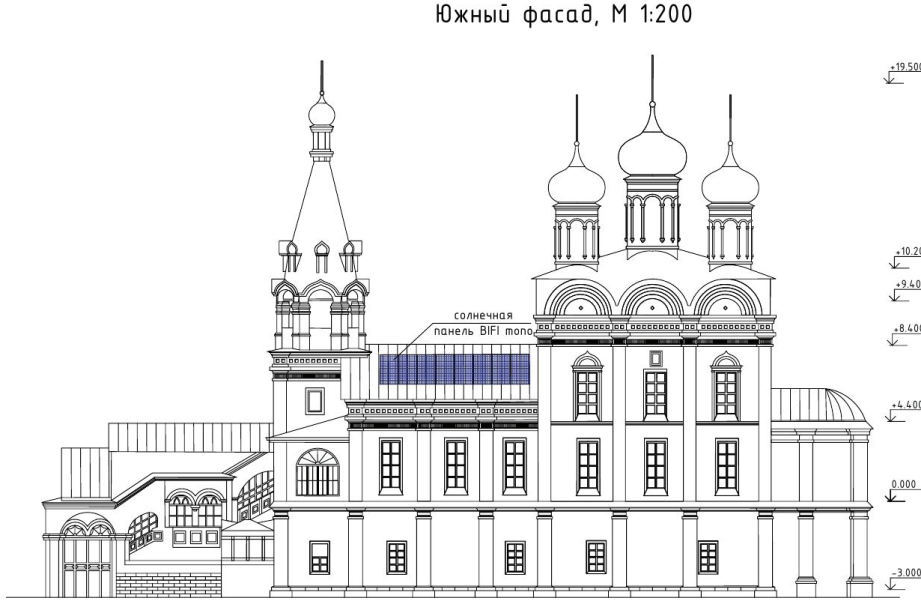
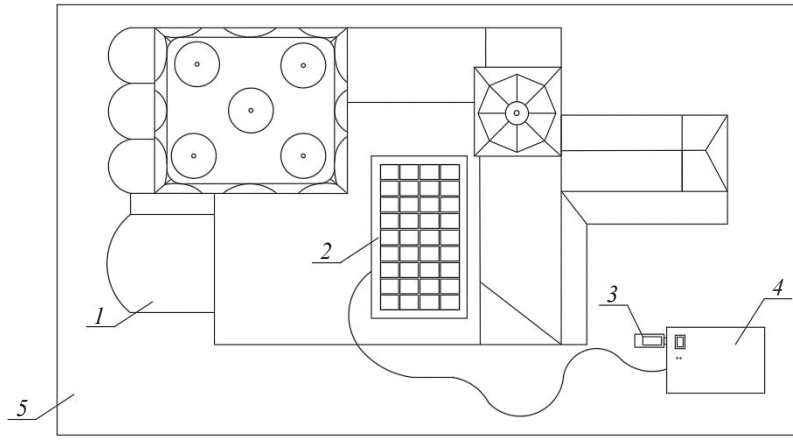


Рис. 4. Фасад церкви Жен-Мироносиц с установленными солнечными панелями

Для оценки эффективности работы солнечных панелей была собрана лабораторная установка, состоящая из макета храма и располагаемой на нем солнечной панели мощностью 3 Вт. Все измерения производились в различные периоды года с разной ориентацией храма по сторонам света и положением солнечной панели. Замеры параметров (напряжения, силы тока, выработанной мощности) осуществлялись посредством *usb*-тестера, который подключался к блоку питания лабораторной установки (также выполняющего роль инвертора), предназначенного для питания однофазным переменным током функциональных блоков.



а

б

Рис. 5. Схема лабораторной установки: *а – 1* – макет храма; *2* – фотоэлектрический модуль; *3* – *usb*-тестер; *4* – блок питания; *5* – подставка; *б* – лабораторная установка в различные периоды года с различным положением фотоэлектрического модуля

В ходе экспериментов было установлено, что при расположении макета на солнечном участке показания *usb*-тестера колеблются в диапазоне 6,47–6,52 В, что соответствует максимальному напряжению без каких-либо помех. Когда панель попадает в зону тени (тень может быть и от конструктивных элементов сооружения), то происходит снижение напряжения до 5,20–5,23 В; таким образом вырабатываемое напряжение снижается на 20 %. Замечено, что устройство длительное время может работать в данных условиях, но при увеличении теневой нагрузки (создании дополнительного затенения) установка постепенно понижает свои показания и в конечном итоге отключается.

В случае невозможности размещения солнечных панелей на кровле здания можно рассмотреть вариант отдельно стоящего каскада солнечных панелей или ветрогенераторов. Это решение позволяет значительно увеличить количество вырабатываемой электрической энергии, которая в том числе сможет компенсировать потребляемую электроэнергию тепловым насосом. Для церкви Жен-Мироносиц количество вышеописанных панелей в данном случае увеличится до 118 шт., а если использовать ветрогенераторы, то можно установить 3 *Eurowind* 30 с максимальной мощностью до 35 кВт.

Рис 6. Слева: расположение каскада солнечных панелей. Справа: расположение ветрогенераторов

Таким образом, на примере церкви Жен-Мироносиц, можно проследить некоторые особенности подбора установок, использующих возобновляемые источники энергии. Несмотря на то, что тепловые насосы могут показаться наиболее оптимальными для отопления помещений храма, существует множество ограничений их применения, часть из которых представлена в данной работе. Это же касается солнечных панелей, ветрогенераторов и других, не рассмотренных в работе установок, так как целесообразность применения того или иного современного источника энергии должна определяться исходя из технико-экономического обоснования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 391.1325800.2017. Храмы православные. Правила проектирования : свод правил : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 22 декабря 2017 г. № 1703/пр : дата введения 2018-06-23. – URL: https://docs.cntd.ru/document/552113080 (дата обращения : 20.05.2021). – Текст : электронный.

2. Кочев, А. Г. Микроклимат православных храмов : монография / А. Г. Кочев; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2004. − 449 с. : ил. – ISBN 5-87941-343-8. – Текст : непосредственный.

3. Кочев, А. Г. Влияние внешней аэродинамики на микроклимат православных храмов / А. Г. Кочев, М. М. Соколов ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2017. – 188 с. – ISBN 978-5-528-00192-0. – Текст : непосредственный.

4. Филатов, Н. Ф. Нижний Новгород. Архитектура XIV – начала XX в. / Н. Ф. Филатов ; ответственный редактор Г. В. Гундарин. – Нижний Новгород : Нижегородские новости, 1994. – 247 с. : ил. − (Энциклопедия Нижегородского края). – ISBN 5-88452-008-5. – Текст : непосредственный.

5. Соколов, М. М. Использование возобновляемых и нетрадиционных источников энергии : учебное пособие / М. М. Соколов ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2015. – 116 с. – ISBN 978-5-528-00054-1. – Текст : непосредственный.

6. Анализ использования возобновляемых источников энергии для создания и поддержания требуемых параметров микроклимата в православных храмах / А. Г. Кочев, М. М. Соколов, Е. А. Кочева, А. А. Федотов. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 4 (52). – С. 127–133.

7. Анализ применения энергосберегающих технологий в православных храмах / А. Г. Кочев, М. М. Соколов, Е. А. Кочева, А. С. Жарнаков. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Серия «Строительство». – 2017. – № 9 (705). – С. 70–78.

8. Определение расхода свечей как важной составляющей теплового баланса православного храма / А. Г. Кочев, М. М. Соколов, А. С. Москаева, Е. А. Кочева. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2016. – № 2. – С. 56–62.

9. Энциклика LAUDATO SI' Верховного понтифика Франциска. Епископам, пресвитерам и диаконам, людям, посвященным Богу, и всем верным мирянам. О заботе об общем доме. – Москва : Издательство Францисканцев, 2015. – 192 с. – Текст : непосредственный.

KOCHEV Aleksey Gennadevich[1], doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of heat and gas supply; SOKOLOV Mikhail Mikhaylovich[1], candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heat and gas supply; YAKOVLEV Viktor Aleksandrovich[2], candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heat and gas supply and ventilation; MARININA Marina Aleksandrovna[1], undergraduate student of the chair of heat and gas supply

USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES ON THE EXAMPLE OF THE CHURCH OF THE MYRRHBEARERS IN NIZHNY NOVGOROD

[1]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 433-45-35;
e-mail: unirs@nngasu.ru
[2]Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
4, 2-ya Krasnoarmeyskaya St., Saint-Petersburg, 190005, Russia. Tel.: +7 (812) 575-05-31;
e-mail: yakovlevspb@rambler.ru
Key words: Orthodox churches, renewable energy sources, solar panels, heat pump, Church of the Myrrhbearers.

The article reviews various renewable energy sources in relation to the Orthodox churches. The features of using heat pumps are considered. A possibility of using solar panels directly on the roof of a temple is highlighted by the example of the Church of the Myrrhbearers in Nizhny Novgorod. A possibility of using stand-alone wind and solar power plants is considered. A laboratory setup with solar panels and research results are described.

REFERENCES

1. SP 391.1325800.2017. Khramy pravoslavnye. Pravila proektirovaniya [Orthodox churches. Design rules]: svod pravil: izdanie ofitsialnoe: utverzhdyon prikazom Min-va stroit. i zhilischno-kommunal. khoz-va RF ot 22 dekabrya 2017 g. № 1703 / pr: data vved. 2018-06-23. URL: https://docs.cntd.ru/document/552113080 (data obrascheniya: 20.05.2021).

2. Kochev A. G. Mikroklimat pravoslavnykh khramov [Microclimate of Orthodox churches]:

monografiya / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2004, 449 p. : il. – ISBN 5-87941-343-8.

3. Kochev A. G., Sokolov M. M. Vliyanie vneshney aerodinamiki na mikroklimat pravoslavnykh khramov [The influence of external aerodynamics on the microclimate of Orthodox churches] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2017, 188 p. ISBN 978-5-528-00192-0.

4. Filatov N. F. Nizhny Novgorod. Arkhitektura XIV – nachala XX v. [Nizhny Novgorod. Architecture of the 14th – early 20th century] ; otvet. red. G. V. Gundarin. Nizhny Novgorod: Nizhegorodskie novosti, 1994, 247 p. : il. (Entsiklopediya Nizhegorodskogo kraya). – ISBN 5-88452-008-5.

5. Sokolov M. M. Ispolzovanie vozobnovlyaemykh i netraditsionnykh istochnikov energii [Use of renewable and non-traditional energy sources]: uchebnoe posobie / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2015, 116 p. – ISBN 978-5-528-00054-1.

6. Kochev A. G., Sokolov M. M., Kocheva E. A. , Fedotov A. A. Analiz ispolzovaniya vozobnovlyaemykh istochnikov energii dlya sozdaniya i podderzhaniya trebuemykh parametrov mikroklimata v pravoslavnykh khramakh [Analysis of the use of renewable energy sources to create and maintain the required microclimate parameters in Orthodox churches] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019. № 4 (52). P. 127–133.

7. Kochev A. G., Sokolov M. M., Kocheva E. A., Zharnakov A. S. Analiz primeneniya energosberegayuschikh tekhnologiy v pravoslavnykh khramakh [Analysis of the application of energy-saving technologies in Orthodox churches] / Izvestiya vuzov. Seriya "Stroitelstvo" [News of higher educational institutions. Construction]. 2017. № 9 (705). P. 70–78.

8. Kochev A. G., Sokolov M. M. , Moskaeva A. S., Kocheva E. A. Opredelenie raskhoda svechey kak vazhnoy sostavlyayuschey teplovogo balansa pravoslavnogo khrama [Determination of consumption of candles as an important characteristic of the heat balance of Orthodox churches] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2016. № 2. – P. 56–62.

9. Entsiklika LAUDATO SI' Verkhovnogo pontifika Frantsiska. Episkopam, presviteram i diakonam, lyudyam, posvyaschyonnym Bogu, i vsem vernym miryanam. O zabote ob obschem dome [Encyclical LAUDATO SI' by the Supreme Pontiff Francis. To bishops, elders and deacons, people dedicated to God, and all the faithful laity. About taking care of the common home]. – Moscow: Izd-vo Frantsiskantsev, 2015, 192 p.

© А. Г. Кочев, М. М. Соколов, В. А. Яковлев, М. А. Маринина, 2021
Получено: 01.07.2021 г.

УДК 697.9:726.5

А. И. ЕРЕМКИН, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции; И. К. ПОНОМАРЕВА, канд. экон. наук, доц. кафедры бухгалтерского учета, налогов и аудита

МЕТОД РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПРИСТЕННОЙ КОНВЕКТИВНОЙ СТРУИ, ОБРАЗОВАННОЙ НАГРЕТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» Россия, 440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, д. 28.
Тел.: (8412) 92-94-10; эл. почта: eremkin@pguas.ru; inna.ok007@rambler.ru
Ключевые слова: зал богослужения, свеча, пламя, вентиляция, продукты сгорания, конвективный поток, скорость и температура воздуха.

Для регулирования конвективного потока в статье разработаны два метода обеспечения отклонения вертикального загрязненного потока воздуха от внутренней поверхности стен и убранства зала богослужения в сторону внутрь помещения. Далее данный поток перемещается вверх вместе с воздухом к местам вытяжных устройств, не соприкасаясь с поверхностями убранства залов.

В зале богослужения православных культовых сооружений необходимость регулирования направления движения вертикального пристенного конвективного потока, образованного нагретой поверхностью отопительного прибора, вызвана тем, что при подтекании к конвективному потоку воздуха из зала богослужения происходит захватывание пыли, копоти, дыма, сажи, влаги, которые уносятся вверх, налипая на внутренние поверхности стен, икон, живописи, золочения, фрески и другие элементы убранства, загрязняя их указанными продуктами сгорания свечей, вызывая разрушительное воздействие.

Метод регулирования направления движения конвективного потока заключается в установке над отопительным прибором устройства в виде горизонтальной направляющей конвективного потока. С целью определения значений параметров температуры и скорости воздуха и величины отклонения конвективного потока разработан экспериментальный стенд. Экспериментальные исследования параметров воздуха показали эффективность способов и возможность отклонения загрязненного конвективного потока от стены в сторону зала для одного способа до 300 мм, для другого – до 400 мм. Данные отклонения препятствуют загрязненному потоку воздуха налипать на внутреннюю поверхность стен и убранства зала богослужения. Это позволяет сохранить внешний вид стен и интерьеров, а также историко-культурное наследие.

В зале богослужения православных культовых сооружений необходимость регулирования направления движения вертикального пристенного конвективного потока, образованного нагретой поверхностью отопительного прибора, вызвана тем, что при подтекании к конвективному потоку воздуха из окружающей среды происходит захватывание пыли, копоти, дыма, сажи, влаги, которые потоком уносятся вверх, налипая на внутренние поверхности стен, икон, живописи, золочения, фрески и другие элементы убранства, загрязняя их указанными продуктами сгорания свечей.

Для регулирования конвективного потока в статье разработаны методы обеспечения отклонения вертикального загрязненного потока воздуха от внутренней поверхности стены и убранства зала богослужения в сторону внутрь помещения. Далее данный поток перемещается вверх вместе с вентиляционным воздухом к местам вытяжных устройств, в меньшей степени соприкасаясь с поверхностями залов.

Доказательством этого служат исследования воздушных потоков в объеме зала богослужения. Установлено, что движение воздуха происходит в виде приточных вентиляционных струй и конвективных потоков от нагретых и охлажденных поверхностей.

В качестве нагретых поверхностей в зале богослужения имеются: открытое пламя при сгорании свечей и масло в лампадах, отопительные приборы, поверх-

ности тела прихожан, теплые полы, нагретые поверхности от прямых солнечных лучей. Охлажденными поверхностями являются внутренние поверхности наружных стен, на которых температура поверхности ниже температуры воздуха в помещении.

Более подробно рассмотрим для поставленной задачи изменения температуры и скорости воздуха в конвективном потоке от нагретой поверхности отопительного прибора и на внутренней поверхности наружной стены над отопительным прибором.

С целью разработки способа регулирования направления движения конвективного потока более подробно охарактеризуем воздушные потоки от нагретой и охлажденной поверхности, которые существенно отличаются друг от друга. Воздух от нагретой поверхности отопительного прибора стремится вверх, от охлажденной – вниз. Такое явление оказывает взаимное торможение нагретого и охлажденного потоков и влияние на изменение температуры и скорости движения воздуха на границе потоков. Способ регулирования направления движения конвективного потока заключается в установке над отопительным прибором горизонтальной направляющей конвективного потока. Доказано, что эффективность способа влияния на величину отклонения вертикального восходящего конвективного потока зависит от: тепловой мощности и объема конвективного потока, скорости и температуры воздуха в потоке, формы и размера конструкции горизонтальной направляющей потока. Для определения значения температуры и скорости воздуха, а также направления движения конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора разработана экспериментальная установка (рис. 1). На экспериментальном стенде осуществлялось измерение температуры t, °С и скорости воздуха v, м/с в поперечном сечении пристенного конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора с использованием различных вариантов узлов установки отопительного прибора: без направляющей, с горизонтальной направляющей, с направляющей с профилем внутри по дуге.

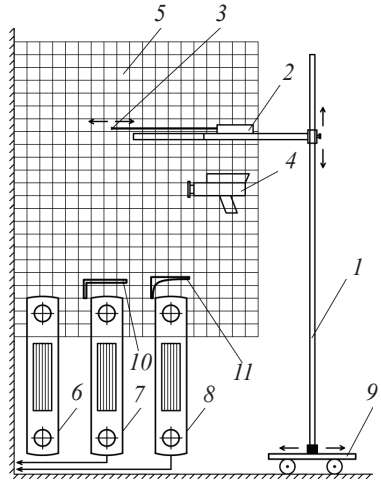


Рис. 1. Экспериментальный стенд для измерения температуры и скорости в поперечном сечении воздуха в пристенном конвективном потоке от отопительного прибора: *1* – координатник; *2* – термоанемометр; *3* – датчик термоанемометра; *4* – тепловизор; *5* – координатная сетка; *6, 7, 8* – отопительный прибор; *9* – тележка координатника; *10* – узел установки отопительного прибора с горизонтальной направляющей; *11* – узел установки отопительного прибора с горизонтальной направляющей с профилем внутри по дуге

Измерения температуры t, °С, скорости v, м/с и расхода l, м^3/ч воздуха в поперечном сечении потока проводились в соответствии с ГОСТ 12.3.018079. В качестве измерительного прибора t и v в конвективном потоке применялся термоанемометр типа ТКА-ПКМ (60) и тепловизор Т*esto-882-4*. Тепловизионный контроль проводился в соответствии с требованиями ГОСТ-26629-85. Экспериментальные исследования проводились в зале богослужения храма Святых первоверховных апостолов Петра и Павла в г. Пензе, в местах свободно установленных вдоль наружных стен алюминиевых и чугунных радиаторов.

При исследовании конвективного потока t и v воздуха измерялись горизонтально в поперечном сечении через каждые 10 см, начиная от поверхности стены вертикально вверх.

Оценка погрешности измерения t и v конвективного потока проводилась с использованием методов обработки результатов измерений. При измерении v погрешности составили 13,4 %, а при измерении t в конвективном потоке – 12,8 % с достоверным интервалом вероятности 0,95, что считается допустимой погрешностью для данных исследований.

Экспериментальное измерение t и v проводилось при различных конструктивных формах и размерах горизонтальной направляющей и без направляющей конвективного потока (рис. 2).

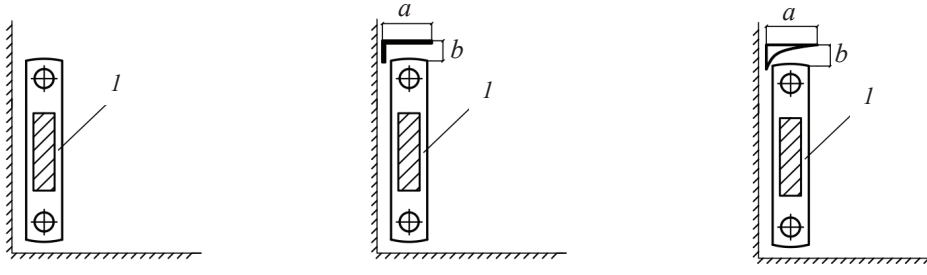


Рис. 2. Форма и размеры конструкции горизонтальной направляющей восходящего конвективного потока: *1* – отопительный прибор: *а* – ширина направляющего потока; *б* – высота установки направляющей над отопительным прибором

Измерения t и v проводилось при значениях: a = 150, 200 и 250 мм, а $б$ = 50, 100, 150 мм. Результаты экспериментальных исследований t и v представлены на графиках (рис. 3–9) при оптимальных установочных размерах направляющих потока (при a = 250 мм и $б$ = 100 мм). Предварительно проведен анализ движения воздушного потока от нагретой поверхности отопительного прибора. Схема движения потока определена с применением задымления и фиксации траектории движения дыма от специальной установки и приведена на рис. 3.

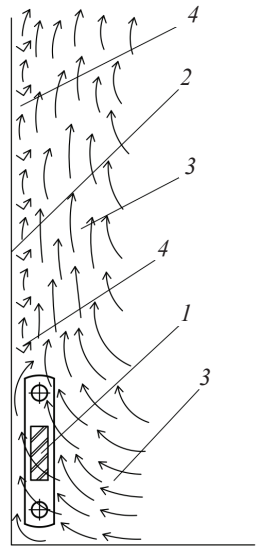


Рис. 3. Схема движения загрязненного воздуха в пристенном восходящем конвективном потоке от нагретой поверхности отопительного прибора без направляющей потока над прибором: *1* – отопительный прибор; *2* – охлажденный нисходящий конвективный поток вдоль стены; *3* – загрязненный воздух из объема помещения; *4* – нагретый восходящий пристенный загрязненный конвективный поток

Проведенный анализ показал, что нагретый и охлажденный конвективные потоки вдоль тепловоспринимающей поверхности стены движутся во взаимно противоположном направлении. Охлажденный поток направлен вниз, а нагретый поток – вверх, оказывая взаимное торможение скоростей потока. Теплота от отопительного прибора передается прилегающим слоям воздуха, которые становятся менее плотными и вытесняются вверх более плотным воздухом из окружающей среды. На его место к отопительному прибору поступает воздух, загрязненный сажей, гарью, дымом, влагой из окружающей среды, нагревается и перемещается вверх, скользит по внутренней поверхности стены и имеющегося убранства. Совместное взаимодействие нагретого и охлажденного конвективных потоков определяют общий процесс циркуляции воздуха возле и над отопительным прибором, а также вдоль тепловоспринимающих поверхностей стен и в целом в объеме зала богослужения. В статье авторами приведены экспериментальные исследования изменения профиля температуры и скорости движения воздуха в поперечном сечении восходящего пристенного конвективного потока без и с установкой над отопительным прибором с горизонтальной направляющей движения конвективного потока разных конструкций. Профиль скоростей воздуха над отопительным прибором без горизонтального потока приведен на рис. 4.

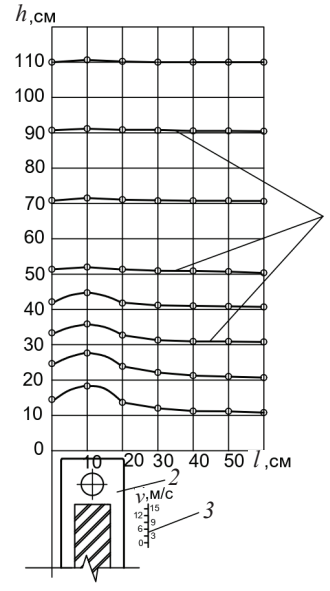


Рис. 4. Профиль изменения скорости воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора: *h* – высота пристенного восходящего конвективного потока, см; *l* – расстояние от стены в сторону помещения, см; *1* – профиль изменения скорости, м/с; *2* – отопительный прибор (радиатор); *3* – масштаб скорости, м/с

Из анализа профиля скорости следует, что скорость вблизи тепловоспринимающей поверхности стены значительно ниже, чем в конвективном потоке над отопительным прибором. Это происходит за счет торможения вверх встречных потоков – охлажденного и нагретого. Скорость воздуха вначале возрастает до 11,8 м/с, а затем снижается до 0,6 м/с до уровня окружающей среды за счет подтекания воздуха из окружающей среды. При этом прилегающий воздух поступает только со стороны помещения, в результате конвективный поток увеличивается в объеме и возрастает в сторону помещения. Установлено, что прилегающий воздух, поступающий со стороны помещения, загрязнен копотью, сажей, дымом, влагой, пылью и простирается на поверхность стен и убранства зала богослужения, загрязняя их. Профиль изменения температуры воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора приведен на рис. 5.

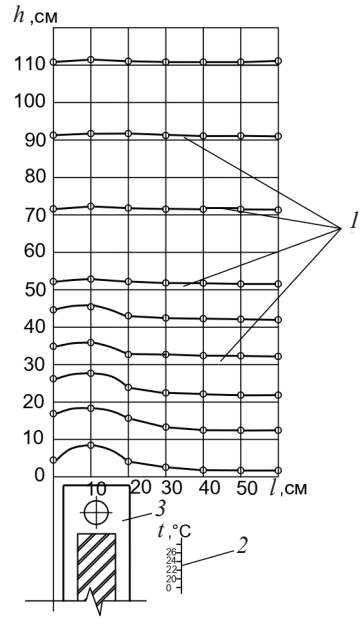


Рис. 5. Профиль изменения температуры воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора: *h* – высота пристенного восходящего конвективного потока, см; *l* – расстояние от стены в сторону помещения, см; *1* – профиль изменения температуры, °С; *2* – масштаб температуры; °С; *3* – отопительный прибор (радиатор)

По тепловоспринимающей поверхности стены вертикально вверх направлен загрязненный нагретый конвективный поток с температурой до 20 °С, затем, по мере удаления от стены, температура воздуха повышается и над отопительным прибором достигает 24,3 °С. Структура пристенного конвективного потока сложна, его толщина непрерывно возрастает за счет подтекания загрязненного воздуха из среды со стороны помещения. В результате в поперечном сечении температура воздуха в потоке снижается до 19,4 °С и достигает температуры воздуха в помещении. При этом температура на внутренней поверхности стены составляет 18,3 °С, что выше температуры точки росы. В результате совместного действия скорости и температуры воздуха интенсифицируется движение загрязненного конвективного потока, который скользит по внутренней поверхности стен, на которых размещено убранство зала богослужения, загрязняя их копотью, сажей, дымом, влагой и другими вредностями. Для устранения негативного воздействия на убранство зала богослужения в данной статье предусмотрены мероприятия, при которых загрязненный восходящий конвективный поток отклоняется и направляется от поверхности стены в сторону внутрь помещения к местам удаления воздуха из зала богослужения. Результаты экспериментальных исследований температуры воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока с горизонтальной направляющей над отопительным прибором приведены на рис. 6.

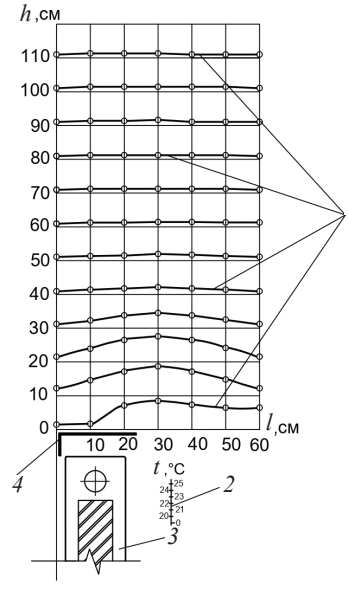


Рис. 6. Профиль изменения температуры воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора с горизонтальной направляющей конвективного потока: *h* – высота пристенного восходящего конвективного потока, см; *l* – расстояние от стены в сторону помещения, см; *1* – профиль изменения температуры, °С; *2* – масштаб температуры; °С; *3* – отопительный прибор (радиатор); *4* – направляющая конвективного потока

Установлено, что горизонтальная направляющая изменяет (отклоняет) направления движения конвективного потока от внутренней поверхности стены в сторону помещения зала богослужения более, чем на 30 см. Этого расстояния достаточно, чтобы загрязненный воздух в конвективном потоке не налипал на поверхность стены и элементов убранства в зале богослужения. В результате максимально нагретый конвективный поток до 24,3 °С подхватывает подтекающий загрязненный воздух и уносит его вверх к местам удаления систем вентиляции и кондиционирования воздуха, на уровне 120 см температура выравнивается и соответствует температуре внутреннего воздуха в зале богослужения. Данный процесс отклонения конвективного потока подтверждается профилем скоростей, которые приведены на рис. 7.

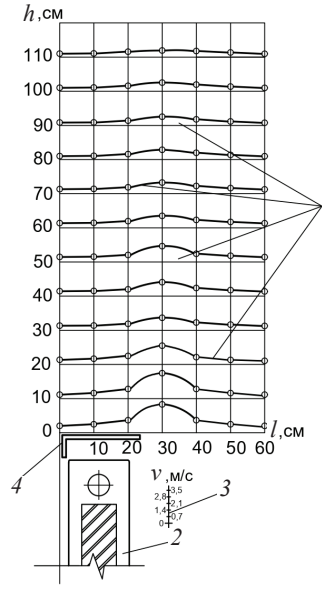


Рис. 7. Профиль изменения скорости воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора с горизонтальной направляющей конвективного потока: *h* – высота пристенного восходящего конвективного потока, см; *l* – расстояние от стены в сторону помещения, см; *1* – профиль изменения скорости, м/с; *2* – отопительный прибор (радиатор); *3* – масштаб скорости, м/с; *4* – направляющая конвективного потока

Из анализа профилей скоростей конвективного потока следует, что охлажденный загрязненный воздух из зала богослужения подтекает к отопительному прибору, нагревается, образуя конвективный поток, который поднимается до верха отопительного прибора и далее упирается в горизонтальную направляющую, разворачивается на 90 градусов в сторону помещения, образуя восходящий поток с начальной скоростью до 3 м/с, отклоняясь от стены до 30 см.

По мере движения вверх и развития объема потока за счет подтекания внутреннего воздуха скорость, начиная с высоты 120 см, снижается до 0,2–0,4 м/с. Таким образом, применение горизонтальной направляющей обеспечивает достаточное отклонение загрязненного потока до 30 см от внутренней поверхности стены и поверхностей убранства. При этом температура на внутренней поверхности стены остается выше температуры точки росы и составляет 17,8 °С.

В результате конвективный поток, загрязненный дымом, сажей, копотью, пылью, влагой не достигает поверхностей и не загрязняет их, это позволяет сохранить историко-культурное наследие в зале богослужения в виде золочения, росписей, живописи, икон, фресок, иконописей и архитектурных элементов.

Дальнейшие экспериментальные исследования показали, что более эффективным способом обеспечения отклонения загрязненного конвективного потока от поверхности стены в сторону помещения является установка над отопительным прибором горизонтальной направляющей конвективного потока внутри с профилем по дуге (рис. 8, рис. 9).

При данном способе профиль изменения скорости воздуха в поперечном се-

чении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора с направляющим профилем по дуге показан на рис. 8.

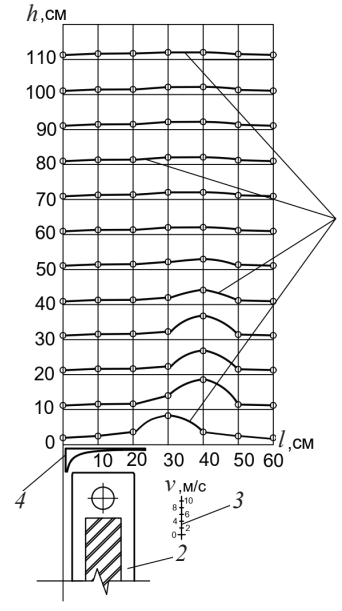


Рис. 8. Профиль изменения скорости воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора с горизонтальной направляющей конвективного потока внутри с профилем по дуге: *h* – высота пристенного восходящего конвективного потока, см; *l* – расстояние от стены в сторону помещения, см; *1* – профиль изменения скорости, м/с; *2* – отопительный прибор (радиатор); *3* – масштаб скорости, м/с; *4* – направляющая конвективного потока с профилем по дуге

Устройство с дугой внутри обеспечивает большее отклонение восходящей загрязненной конвективной струи от внутренней поверхности стены в сторону помещения более 40 см. При этом температура на внутренней поверхности наружной стены остается выше температуры точки росы – 17,2 °С. Формирование конвективной струи аналогично предыдущему способу. Исключением является то, что нагретый от поверхности отопительного прибора поток по касательной профиля дуги плавно разворачивается в сторону помещения с большей скоростью до 8,2 м/с и смещается до 40 см от стены (рис. 8). Далее поток формируется классическим способом и перемещается вверх. По мере движения скорость потока снижается за счет подтекания прилегающего воздуха до 0,2–0,3 м/с как на периферии, так и на высоте 120 см и выше. Данный метод более эффективно защищает поверхность убранства зала богослужения от вредностей, выделяющихся при сгорании свечей и от прихожан, которые общим потоком перемещаются к местам удаления воздуха системой вентиляции и кондиционирования воздуха, размещенных в верхней части зала.

Эффективность данного метода обеспечения отклонения конвективного потока подтверждаются профилем изменения температуры воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора (рис. 9).

Анализ профиля изменения скоростей позволяет подтвердить отклонение

конвективного потока от стены в сторону помещения до 40 см. Это расстояние препятствует загрязненному потоку воздуха настилаться на внутреннюю поверхность стены и убранство зала.

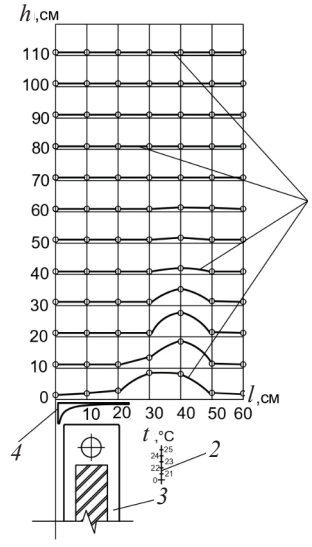


Рис. 9. Профиль изменения температуры воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора с направляющей конвективного потока внутри с профилем по дуге: *h* – высота пристенного восходящего конвективного потока, см; *l* – расстояние от стены в сторону помещения, см; *1* – профиль изменения температуры, °С; *2* – масштаб температуры; °С; *3* – отопительный прибор (радиатор); *4* – направляющая конвективного потока внутри с профилем по дуге

При отклонении нагретого конвективного потока от стены до 40 см температура на ее внутренней поверхности будет выше точки росы, как и при анализе профиля скорости. Максимально нагретый воздух в пределах от 30 до 40 см достигает 24,9 °С. Вблизи охлажденной стены температура воздуха составляет 19,1 °С, а на поверхности периферии потока со стороны помещения за счет подтекания к потоку соответствует температуре воздуха в помещении 19,9 °С. Далее нагретый конвективный поток совместно с загрязненным воздухом поднимается вверх, при этом температура с 24,9 °С снижается до температуры воздуха в помещении на высоте 120 см и выше.

В результате анализа профиля скоростей и температуры воздуха в поперечном сечении конвективного потока можно сделать вывод, что данный способ применения горизонтальной направляющей внутри с профилем по дуге (рис. 8 и рис. 9) обеспечивает устойчивое отклонение загрязненного потока от внутренней поверхности стен и убранства зала, расположенных над отопительным прибором, сохраняя историко-культурное наследие и снижая реставрационные затраты.

Выполненные в данной статье теоретические, экспериментальные исследования, а также конструктивные решения позволяют сделать следующие выводы:

1. Из анализа литературных источников и натурных исследований установлено, что для поддержания микроклимата в зале богослужения церквей, храмов, соборов используют различные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и схемы воздухообмена.

2. Известно, что в качестве убранства зала богослужения используются: золочения, иконы, живопись, роспись, фрески, иконостасы, архитектурные элементы.

3. Анализ вредностей, выделяющихся при сгорании свечей в зале богослужения, показывает, что в воздух помещения поступают копоть, сажа, дым, влага, углекислый газ, теплота, а также от прихожан и персонала влага, теплота и углекислый газ, которые отрицательно влияют на сохранение убранства зала и комфортные условия в помещении.

4. Впервые разработаны два конструктивных метода для защиты поверхности стен и убранства от продуктов сгорания свечей и жизнедеятельности прихожан и обслуживающего персонала.

5. Технологическая конструкция каждого разработанного авторами метода заключается в установке над отопительным прибором на расстоянии 100 мм горизонтальной плоской направляющей конвективного потока и плоской направляющей на внутренней стороне с профилем по дуге, обе конструкции применялись шириной 250 мм.

6. Экспериментальные исследования значений температуры и скорости воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора показали возможность обеспечения отклонения от вертикали конвективного потока от стены в сторону помещения для одного метода до 300 мм, для другого – до 400 мм. Эти отклонения препятствуют загрязненному потоку воздуха настилаться на внутренние поверхности убранства зала богослужения.

7. В результате применяемых методов тепловой конвективный поток, загрязненный дымом, сажей, копотью, пылью, влагой не достигает поверхностей стены и убранства. Это позволяет сохранить внешний вид историко-культурного наследия в зале богослужения в виде золочения, росписей, станковой живописи, икон, иконостаса и архитектурных элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Храмы православные : отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха: АВОК СТАНДАРТ-2-2004 : отраслевой стандарт : утвержден и введен НП "АВОК" 09.06.04. – Москва : АВОК-ПРЕСС, 2004. – 14 с. : ил. – (АВОК стандарт). – ISBN 5-98267-004-9. – Текст : непосредственный.

2. СП 31-103-99. Здания, сооружения и комплексы православных храмов : свод правил : дата введения 27.12.99 / Госстрой России. – Москва : ГУП ЦПП, 2000. – 34 с. : ил. – ISBN 5-88111-220-2. – Текст : непосредственный.

3. ГОСТ 12.3.018. Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний. – Москва : Госстандарт СССР, 1979. – 263 с. – Текст : непосредственный.

4. МДС 31-9.2003. Православные храмы. Т. 2. Православные храмы и комплексы / Архитектурно-художественный центр Московской Патриархии ; составитель М. Ю. Кеслер. – Москва : Технорматив, 2008. – 194 с. – Текст : непосредственный.

5. Чем дышать храмы? Благовест. – URL: http://blagovest/ru/blog/chem-dyshatphramy. – Текст : электронный.

6. СП 391.132.5800. 2017. Храмы православные. Правила проектирования Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации : свод правил : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 22 декабря 2017 г. № 1703/пр : дата введения 23 июня 2018 г. – URL: http://docs.cntd.ru/document/552113080. – Текст : электронный.

7. Еремкин, А. И. Анализ использования гибридных систем создания и поддер-

жания искусственного микроклимата в православных соборах и храмах / А. И. Еремкин, И. К. Пономарева, К. Петрова. – Текст : непосредственный // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2020. – № 4. – С. 158–167.

8. Еремкин, А. И. Анализ и способы обеспечения микроклимата в православных соборах и храмах / А. И. Еремкин, И. К. Пономарева, А. Г. Багдасарян. – Текст : непосредственный // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2020. – № 4. – С. 151–158.

9. Еремкин, А. И. Особенности применения вытесняющей вентиляции в системах кондиционирования воздуха в залах богослужения православных соборов и храмов / А. И. Еремкин. – Текст : непосредственный // Региональная архитектура и строительство. – 2020. – № 2. – С. 151–158.

10. Еремкин, А. И. Методика расчета воздухообмена системы кондиционирования воздуха вытесняющего типа в залах богослужения православных соборов / А. И. Еремкин, И. К. Пономарева. – Текст : непосредственный // Региональная архитектура и строительство. – 2020. – № 3. – С. 161–168.

11. Пути повышения качества микроклимата в зале богослужения Спасского кафедрального собора г. Пензы / А. И. Еремкин, И. К. Пономарева, К. А. Петрова, А. Г. Багдасарян. – Текст : непосредственный // Региональная архитектура и строительство. – 2020. – № 4. – С. 125–136.

12. Еремкин, А. И. Совершенствование устройств тепловлажностной обработки воздуха и методов расчета климатехники / А. И. Еремкин, А. Г. Аверкин. – Москва-Вологда : ИНФРА-Инженерия, 2019. – 186 с. – ISBN 978-5-9729-0385-6. – Текст : непосредственный.

EREMKIN Aleksandr Ivanovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of heat and gas supply and ventilation; PONOMARYOVA Inna Konstantinovna, candidate of economical sciences, associate professor of the chair of accounting, taxes and audit

METHOD FOR REGULATING THE DIRECTION OF MOTION OF A VERTICAL WALL CONVECTIVE JET FORMED BY A HEATED SURFACE OF A HEATER

Penza State University of Architecture and Construction
28, G. Titov St., Penza, 440028, Russia. Tel.: +7 (8412) 92-94-10;
e-mail: eremkin@pguas.ru ; inna.ok007@rambler.ru
Key words: worship hall, candle, flame, ventilation, combustion products, convective flow, air speed and temperature.

The article describes two developed methods for regulating the convective flow and ensuring deviation of the vertical polluted air flow from the inner surface of the walls and decoration of the worship hall inside the room. Further, this flow moves upward along with the air to the places of the exhaust devices, without contacting the surfaces of the decoration of the halls.

REFERENCES

1. Khramy pravoslavnye. Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukha: AVOK STANDART – 2-2004 [Orthodox churches. Heating, ventilation and air conditioning: AVOK Standard – 2-2004]: otraslevoy standart : utverzhdyon i vvedyon NP "AVOK" 09.06.04. Moscow: AVOK-PRESS, 2004, 14 p.: il. – (AVOK standart). – ISBN 5-98267-004-9.

2. SP 31-103-99. Zdaniya, sooruzheniya i kompleksy pravoslavnykh khramov [Buildings, structures and complexes of Orthodox churches]: svod pravil : data vvedeniya 27.12.99 / Gosstroy Rossii]. Moscow: GUP TsPP, 2000. – 34 p. : il. – ISBN 5-88111-220-2.

3. GOST 12.3.018. Sistema standartov bezopasnosti truda. Sistemy ventilyatsionnye. Metody aerodinamicheskikh ispytaniy [Occupational safety standards system. Ventilation systems. Aerodynamic test methods]. Moscow: Gosstandart SSSR, 1979, 263 p.

4. MDS 31-9.2003. Pravoslavnyye khramy. Pravoslavnyye khramy i kompleksy [Orthodox churches. Orthodox churches and complexes]. Arkhitektur.-khudozh. tsentr Moskovskoy Patriarkhii. Sostavitel M.Yu. Kesler. Moscow: Tekhnormativ, 2008, 194 p.

5. Chem dyshat khramy? Blagovest [How can temples breathe? Blagovest]. URL: http: // blagovest / ru / blog / chem-dyshatphramy.

6. SP 391.132.5800. 2017. Khramy pravoslavnye. Pravila proektirovaniya [Orthodox churches. Design rules]. Ministerstvo stroit-va i zhilischno-kommunal. khoz-va RF : svod pravil : utverzhdyon prikazom Min-va stroit-va i zhilischno-kommunal. khoz-va RF ot 22 dekabrya 2017 g. № 1703/pr : data vved. 23 iyunya 2018 g. – URL: http://docs.cntd.ru/document/552113080.

7. Eremkin A. I., Ponomaryova I. K., Petrova K. Analiz ispolzovaniya gibridnykh sistem sozdaniya i podderzhaniya iskusstvennogo mikroklimata v pravoslavnykh soborakh i khramakh [Analysis of the use of hybrid systems for creating and maintaining an artificial microclimate in Orthodox cathedrals and temples]. Obrazovanie i nauka v sovremennom mire. Innovatsii [Education and Science in the Modern World. Innovations]. 2020. № 4. P. 158–167.

8. Eremkin A. I., Ponomaryova I. K., Bagdasaryan A. G. Analiz i sposoby obespecheniya mikroklimata v pravoslavnykh soborakh i khramakh [Analysis and methods of providing microclimate in Orthodox cathedrals and temples]. Obrazovanie i nauka v sovremennom mire. Innovatsii [Education and Science in the Modern World. Innovation]. 2020. № 4. P. 151–158.

9. Eremkin A. I. Osobennosti primeneniya vytesnyayuschey ventilyatsii v sistemakh konditsionirovaniya vozdukha v zalakh bogosluzheniya pravoslavnykh soborov i khramov [Features of the use of displacement ventilation in air conditioning systems in the halls of worship of Orthodox cathedrals and temples]. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo [Regional architecture and construction]. 2020. № 2. P. 151–158.

10. Eremkin A. I., Ponomaryova I. K. Metodika raschyota vozdukhoobmena sistemy konditsionirovaniya vozdukha vytesnyayuschego tipa v zalakh bogosluzheniya pravoslav-nykh soborov [Methodology for calculating the air exchange of a displacing air conditioning system in the worship halls of Orthodox cathedrals]. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo [Regional architecture and construction]. 2020. № 3. P. 161–168.

11. Eremkin A. I., Ponomaryova I. K., Petrova K. A., Bagdasaryan A. G. Puti po-vysheniya kachestva mikroklimata v zale bogosluzheniya Spasskogo kafedralnogo sobora g. Penzy [Ways to improve the quality of microclimate in the worship hall of the Spassky Cathedral in Penza]. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo [Regional architecture and construction]. 2020. № 4. P. 125–136.

12. Eremkin A. I., Averkin A. G. Sovershenstvovanie ustroystv teplovlazhnostnoy obrabotki vozdukha i metodov raschyota klimatekhniki [Improvement of devices for heat and moisture treatment of air and methods for calculating climatic engineering]. Moscow-Vologda: INFRA-Enzheneriya, 2019, 186 p. – ISBN 978-5-9729-0385-6.

© А. И. Еремкин, И. К. Пономарева, 2021

Получено: 12.05.2021 г.

УДК 627.8+621.311.21

В. П. МУРАВЬЕВ, инженер

ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Россия, 603115, г. Н. Новгород, ул. Тверская, д. 25/15, кв. 50. Тел.: 8-960-163-14-75; эл. почта: murval@mail.ru
Ключевые слова: тепловая электростанция, атомная электростанция, турбина, конденсатор, система охлаждения, цифровая технология, оптимизация, математическая модель.

Представлена процедура оптимизации параметров гидротехнических сооружений систем охлаждения турбинной установки тепловых и атомных электростанций с применением цифровой технологии.

Гидротехнические сооружения в системах охлаждения тепловых и атомных электростанций (ЭС) состоят из насосных станций с водными коммуникациями, отводящими тепловыделения от конденсаторов турбин и охладителей, передающих тепловыделения конечному поглотителю – атмосфере – при оборотной схеме охлаждения. Охладителем чаще всего принимаются башенные испарительные градирни или водоемы-охладители.

Система охлаждения создает и непрерывно поддерживает вакуум в конденсаторах, от которого зависит мощность турбины. Глубина вакуума образуется в зависимости от расхода и температуры охлаждающей воды, от теплофизических характеристик конденсаторов турбин, гидравлических характеристик насосного оборудования с водными коммуникациями, гидротермических характеристик охладителей и от метеорологических условий площадки размещения ЭС. От функционирования гидротехнических сооружений зависит работа турбин в течение всего срока эксплуатации ЭС.

Система охлаждения технологически сложная и материалоемкая, ее стоимость достигает 10 % от стоимости ЭС. Поэтому актуально минимизировать затраты на конструктивные решения системы и обеспечить эффективное функционирование системы при эксплуатации. Это можно достигнуть оптимизацией параметров гидротехнических сооружений системы на стадии проектирования.

Оптимальные параметры гидротехнических сооружений – это параметры, при которых в систему охлаждения вкладывается минимум капитальных затрат при обеспечении максимальной выработки электроэнергии. Оптимальные параметры определяются сопоставлением множества принятых проектом к рассмотрению вариантов системы.

В каждом варианте системы охлаждения определяется значение расхода охлаждающей воды, при котором обеспечивается максимальная мощность турбин с учетом мощности, затраченной на подачу охлаждающей воды. Такой расход воды является оптимальным. Он выявляется из сопоставления ряда дискретно заданных расходов воды в расчетном диапазоне производительности системы охлаждения рассматриваемого варианта.

Сопоставление вариантов системы охлаждения выполняется по приведенным затратам. Принимается вариант с максимальным экономическим эффектом, имеющий минимальное значение приведенных затрат. Приведенные затраты рассчитываются по формуле, содержащей величину капиталовложений с коэффициентом эффективности и величину ежегодных издержек.

Определение капиталовложений является обычной процедурой, не представляет какую-то сложность и в данной статье не рассматривается. Ежегодные издержки в рассматриваемой теме представляют собой цену разницы годовой выработки электроэнергии по рассматриваемым вариантам. Годовая выработка электроэнергии в каждом варианте определяется при мощности ЭС, соответствующей оптимальному расходу охлаждающей воды.

В соответствии с требованиями РД 210.006-90 [1] оптимальный расход охлаждающей воды должен определяться по среднемесячным метеоусловиям среднего года. Выполнение такого требования обеспечит усреднено на весь срок эксплуатации ЭС работу системы в наиболее оптимальном режиме, что удовлетворяет требованиям норматива СТО 1.1.1.01.0678-2015 [2].

Известными методами оптимальный расход воды рассчитывается вручную. Это сложный, трудоемкий процесс, требующий много времени. Каждый расчетный случай выполняется визуальным снятием многочисленных значений с графических номограмм оборудования и охладителей. Учитывая количество вариантов, принятых к рассмотрению в проекте, в каждом из которых расчеты должны выполняться по среднемесячным метеоданным среднего года, количество расчетных случаев для определения оптимального режима с учетом количества заданных дискретных значений расхода воды в каждом варианте может достигать не одну сотню.

Сложные схемы систем охлаждения, содержащие несколько разнотипных охладителей, вызывают необходимость выполнять циклические расчеты, они многократно увеличивают трудоемкость расчетов, выполнять их вручную крайне сложно, полноценно практически невозможно.

Эти обстоятельства вынуждают проектантов определять оптимальный расход воды упрощенно, не по среднемесячным, а по средне сезонным метеоданным (лето, зима), с сокращением количества дискретно заданных значений расхода воды. Это приводит к погрешностям в определении параметров системы и в значениях оптимального расхода воды и, как следствие, к необоснованным капиталовложениям в систему и потере выработки электроэнергии при эксплуатации ЭС.

В данной статье показан механизм применения цифровой технологии при определении оптимального расхода охлаждающей воды и соответствующей ему мощности турбин и выработки электроэнергии ЭС, самого сложного и трудоемкого элемента в определении оптимальных параметров системы охлаждения при применении ручного метода расчета.

Применение цифровой технологии позволит выполнять в автоматическом режиме расчеты систем охлаждения любой сложности с неограниченным количеством схемных и конструктивных вариантов, на любые расчетные периоды времени (месяц, неделя, сутки) при любых метеоусловиях. Это обеспечит глубокую оптимизацию системы охлаждения с минимизацией капиталовложений в систему и максимальную выработку электроэнергии ЭС при эксплуатации.

Для этого система охлаждения описывается в виде математической модели, в которой все ее элементы представляются цифровыми значениями, объединенными определенным алгоритмом компьютерной программой в табличном процессоре *Microsoft Excel*.

Турбина представляется двумя цифровыми выражениями, полученными преобразованием заводских графических характеристик:

– зависимостью вакуума в конденсаторе от расхода Q_T, температуры охлаждающей воды $t_{охл}$ и выхода пара в конденсатор G:

$$– P_k = f_1 (Q_T, t_{охл}, G);$$

– значением мощности турбины в зависимости от вакуума в конденсаторе:

$$N_T = f_2 (P_k).$$

Изменение вакуума и мощности турбины представляются в виде полиномов, аппроксимирующих графические данные завода-изготовителя:

$$P_k = a_{n,\,m,\,l}\, Q^n{}_T\, t^m{}_{охл}\, G^l + a_{n-1,\,m,\,l}\, Q^{n-1}{}_T\, t^m{}_{охл}\, G^l + \ldots + a_0, \quad (1)$$

$$N_T = b_l P^l{}_k + b_{l-1} P^{l-1}{}_k + \ldots + b_1 P_k + b_0, \quad (2)$$

где n, m, l – целые числа, определяющие степень полинома.

Мощность насосов подачи охлаждающей воды в конденсаторы турбин N_H представляется зависимостью

$$N_H = gQ_T H/\eta, \quad (3)$$

где g – ускорение свободного падения, H – напор насоса, η – коэффициент полезного действия насоса.

Коэффициент полезного действия зависит от параметров Q_T, H и представляется полиномом вида (1), аппроксимирующим графические данные завода-изготовителя.

Цифровое выражение охлаждающей способности башенной испарительной градирни представляется значением температуры охлажденной в градирне воды, которая зависит от температуры воды на входе $t_{нагр}$, плотности орошения q, относительной влажности воздуха φ, температуры воздуха θ и скорости ветра W.

$$t_{охл–гр} = f(t_{нагр}, q, \varphi, \theta, W).$$

Охлаждающая способность градирни представляется в виде аппроксимирующих полиномов типа (1), составленных на основании расчетных графических номограмм градирни.

Водоем-охладитель представляется в виде математической зависимости, основанной на уравнении теплового баланса РД 153-34.2-21.144-2003 [3]:

$$\alpha_\Sigma (t_{ср–в} - t_e) - \Delta S/\Omega = 0, \quad (4)$$

где α_Σ – суммарный коэффициент теплоотдачи; $t_{ср-в}$ – средняя температура активной поверхности водоема; t_e – естественная температура воды; ΔS – разность теплосодержаний поступающей в водоем и забираемой из него воды в единицу времени; Ω – площадь активной поверхности водоема-охладителя.

Тепловым балансом водоема-охладителя определяется значение тепловой нагрузки на его активную площадь, определяется его площадь, при которой тепловая нагрузка и температура воды не превышают значений, установленных природоохранными требованиями РД 52.26-161-88 [4].

Алгоритм расчета оптимального расхода охлаждающей воды в системе и выработки электроэнергии ЭС следующий. В электронную таблицу исходных данных вносятся переменные значения поочередно для каждого расчетного случая: метеорологические параметры и выход пара в конденсаторы каждой турбины. В расчетной электронной таблице вводятся постоянные данные: дискретный ряд значений расхода охлаждающей воды в диапазоне пропускной способности конденсатора турбины и заданного охладителя. Для каждого значения расхода воды вводятся математические выражения по турбине, конденсатору, охладителю, насосам и гидравлической характеристике водных коммуникаций.

После заполнения всех ячеек по установленным программой связям в автоматическом режиме происходит вычисление температуры охлаждающей воды, мощности турбины и мощности насосов на перекачку охлаждающей воды. Из заданного ряда дискретных значений расхода воды выбирается значение, соответствующее максимальной мощности турбины с учетом мощности, затраченной на подачу охлаждающей воды, и значение выработки электроэнергии. Вычисления повторяются для каждого месяца, вводя в таблицу исходных данных соответствующие метеорологические данные. Значения выработки электроэнергии по месяцам суммируются, и полученная величина используется для определения ежегодных годовых издержек для включения в расчет приведенных затрат. Выполняя такую процедуру по каждому рассматриваемому конструктивному варианту системы охлаждения, выполняется завершающий этап, сопоставление и выбор по приведенным затратам оптимального варианта системы.

При использовании цифровой технологии, трудоемкость определения оптимального варианта системы охлаждения ограничивается разработкой цифровых выражений всех элементов системы и составлением алгоритма расчета. Полученная таким образом математическая модель позволяет рассматривать без существенных трудозатрат множество вариантов системы охлаждения с глубокой оптимизацией расхода охлаждающей воды, обеспечивающего максимальную выработку электроэнергии.

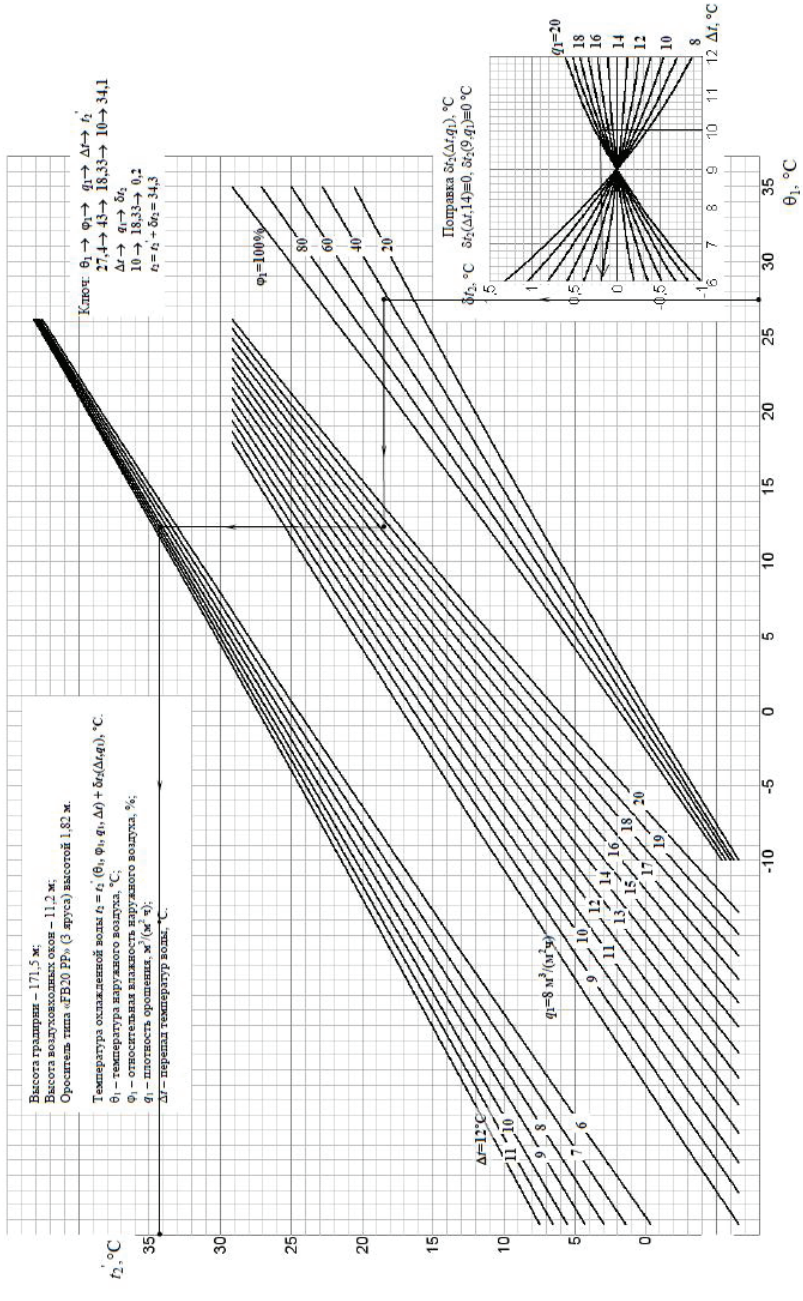
В качестве примера на рисунке показано получение цифрового выражения одного из сооружений системы – башенной испарительной градирни.

Цифровое выражение градирни в виде аппроксимирующих полиномов получено на основании расчетной номограммы, состоящей из ряда графических характеристик, объединенных определенной закономерностью. Она имеет следующий вид:

$t_{охл-гр}$ =
(-(7,7195525*10^(-6))*Δ*t*^2+(3,0363728*10^(-4))*Δ*t*-0,0021352)*((-(2,23125*10^(-6))*q*^2 + (1,4266*10^(-4))*q* +(6,4901*10^(-4)))* ((-(2,6124792*10^(-8))*φ*^2+(3,4339975*10^(-5))*φ* -0,0019663)*θ*^2+(-(1,633625*10^(-6))*φ*^2+0,0014738*φ*+0,6065222)*θ*+(-(8,1680313*10^(-6))*φ*^2+0,026791*φ*-0,6028174)) ^2 + ((8,4635781*10^(-4))*q*^2-0,0550635*q*+1,8099805)* ((-(2,6124792*10^(-8))*φ*^2+(3,4339975*10^(-5))*φ*-0,0019663)*θ*^2+(-(1,633625*10^(-6))*φ*^2 +0,0014738*φ*+0,6065222)*θ*+(-(8,1680313*10^(-6))*φ*^2+0,026791*φ*-0,6028174)) + (-0,0276661*q*^2+2,3062476*q*-41,6546627))^2+(0,0013855*Δt*^2-0,0434037*Δt*+ 0,9165533)* ((-(2,23125*10^(-6))*q*^2+(1,4266*10^(-4))*q* + (6,4901*10^(-4)))* ((-(2,6124792*10^(-8))*φ*^2+(3,4339975*10^(-5))*φ*-0,0019663)*θ*^2+(-(1,633625*10^(-6))*φ*^2+0,0014738*φ*+0,6065222)*θ*+(-(8,1680313*10^(-6))*φ*^2+0,026791*φ*-0,6028174)) ^2 + ((8,4635781*10^(-4))*q*^2-0,0550635*q*+1,8099805)* ((-(2,6124792*10^(-8))*φ*^2+ (3,4339975*10^(-5))*φ*-0,0019663)*θ*^2+(-(1,633625*10^(-6))*φ*^2+0,0014738*φ*+ 0,6065222)*θ*+(-(8,1680313*10^(-6))*φ*^2+0,026791*φ*-0,6028174)) + (-0,0276661*q*^2+ 2,3062476*q*-41,6546627))+(-0,0294059*Δt*^2+1,0093592*Δt*+19,5237929) + ((7,3172704*10^(-5))*q*^2-0,0058499*q*+0,0666947)*Δt*^2 + (-0,0026866*q*^2+0,1957923*q*-2,1989947)*Δt* + (0,0183794*q*^2-1,2914941*q*+14,4102393) ,

где Δt – перепад температуры воды в градирне.

Все переменные элементы, входящие в цифровое выражение градирни, имеют связи по заданному в компьютерной программе алгоритму с соответствующими ячейками электронной таблицы, включая исходные данные по метеоусловиям, что обеспечивает автоматическое выполнение расчета. Аналогично цифровые выражения составляются по всем элементам системы охлаждения.



Расчетная номограмма башенной градирни площадью орошения 10 300 м²

На основании изложенного делается вывод. Использование цифровой технологии в системе охлаждения ЭС с разработкой математической модели, содержащей цифровые выражения всех ее элементов, объединенных определенным алгоритмом компьютерной программой, позволит выполнять в автоматическом режиме глубокую оптимизацию системы любой сложности при любом количестве схемных и конструктивных вариантов на любой расчетный диапазон времени; позволит исключить необоснованные капиталовложения в систему и обеспечить оптимальный режим работы системы охлаждения на весь срок эксплуатации ЭС.

После ввода ЭС в эксплуатацию математическая модель может трансформироваться с учетом реального состояния системы в цифровой двойник. Его использование позволит эксплуатировать систему постоянно в оптимальном режиме. На его основании может быть разработана полная автоматизация работы системы. Цифровой двойник даст возможность выполнять анализ состояния системы и получать необходимые данные для выполнения технико-экономического обоснования реконструкции или модернизации системы в процессе эксплуатации ЭС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РД 210.006-90. Правила технологического проектирования атомных станций (с реакторами ВВЭР) : утверждены Министерством атомной энергетики и промышленности СССР 08.04.1990 : дата введения 01.07.1990 : дата актуализации 01.01.2021. – URL: http://gost.gtsever.ru/Index2/1/4293736/4293736494.htm (дата обращения: 05.03.2021). – Текст : электронный.

2. Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций : СТО 1.1.1.01.0678-2015 / Госкорпорация «Росатом», АО «Российский концерн по пр-ву электрической и тепловой энергии на атомных станциях», АО «Концерн Росэнергоатом» ; [разраб. В. К. Вуколов, И. П. Каташевич, А. В. Бугаев]. – Москва : Репроцентр М, 2016. – 332 с. : ил. – ISBN 978-5-94939-082-5. – Текст : непосредственный.

3. РД 153-34.2-21.144-2003. Методические указания по технологическим расчетам водоемов-охладителей : дата принятия 24 января 2003 : дата начала действия 01 марта 2005. – Санкт – Петербург : «ОАО ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», 2004 : (актуализированы в 2021 г.). – URL: https://base.garant.ru/71755408/ (дата обращения 10.02.2021).

4. РД 52.26-161-88. Методика расчета предельно допустимых тепловых сбросов в водоемы-охладители атомных электростанций. – Москва : Госкомгидромет СССР, 1988. – 23 с. – Текст : непосредственный.

MURAVYOV Valery Pavlovich, engineer

DIGITAL TECHNOLOGY IN OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF HYDRAULIC STRUCTURES OF COOLING SYSTEMS OF THERMAL AND NUCLEAR POWER PLANTS

25/15, Tverskaya St., apt. 50, Nizhny Novgorod, 603115, Russia. Tel.: +7 (960) 163-14-75;
e-mail: murval@mail.ru

Key words: thermal power plant, nuclear power plant, turbine, condenser, cooling system, digital technology, optimization, mathematical model.

The article presents a procedure for optimizing the parameters of hydraulic structures of cooling systems of a turbine plant of thermal and nuclear power plants using digital technology.

REFERENCES

1. RD 210.006-90. Pravila tekhnologicheskogo proektirovaniya atomnykh stantsiy (s reaktorami VVER) [Technological design rules for nuclear power plants (with VVER reactors)]: utverzhdeny Min-vom atomnoy energetiki i promyshlennosti SSSR 08.04.1990 : data vved. 01.07.1990 : data aktualizatsii 01.01.2021. – URL: http://gost.gtsever.ru/Index2/1/4293736/4293736494.htm (data obrascheniya: 05.03.2021).

2. Osnovnye pravila obespecheniya ekspluatatsii atomnykh stantsiy [Basic rules for ensuring the operation of nuclear power plants]: STO 1.1.1.01.0678-2015. Goskorporatsiya "Rosatom", AO "Rossiyskiy kontsern po pr-vu elektrich. i teplov. energii na atomnykh stantsiyakh", AO "Kontsern Rosenergoatom"; razrab. V.K. Vukolov, I.P. Katashevich, A.V. Bugaev. Moscow: Reprotsentr M, 2016. – 332 p.: il. – ISBN 978-5-94939-082-5.

3. RD 153-34.2-21.144-2003. Metodicheskie ukazaniya po tekhnologicheskim raschyotam vodoyomov-okhladiteley [Methodical instructions for technological calculations of cooling ponds]: data prinyatiya 24 yanvarya 2003 : data nachala deystviya 01 marta 2005. Saint-Petersburg : OAO "VNIIG im. B. E. Vedeneeva", 2004: (aktualizirovany v 2021 g.). – URL: https://base.garant.ru/71755408/ (data obrascheniya 10.02.2021).

4. RD 52.26-161-88. Metodika raschyota predelno dopustimykh teplovykh sbrosov v vodoyomy-okhladiteli atomnykh elektrostantsiy [Methodology for calculating the maximum permissible thermal discharges into cooling ponds of nuclear power plants]. Moscow. Goskomgidromet SSSR. 1988, 23 p.

© В. П. Муравьев, 2021
Получено: 01.07.2021 г.

УДК 621.22 (571.51)

И. С. МАРКОВ, аспирант кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВОДОХРАНИЛИЩА ГИДРОУЗЛА НА РЕКЕ ЕРГАЛАХ В НОРИЛЬСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-42-89;
эл. почта: gs@nngasu.ru
Ключевые слова: гидроузел, вечная мерзлота, гидротехнические сооружения, водохранилище, температурный режим.

Приведены природные условия, даны расчеты бытового температурного состояния долины, описана методика и результаты температурных расчетов гидроузла на период эксплуатации.

Создание гидроузла на реке Ергалах необходимо для пополнения запасов подземных вод [1]. Место строительства гидроузла находится в 22 км от истока реки Ергалах, в Норильском промышленном районе.

Климат района резко континентальный. Среднегодовая температура приземного воздуха за период с 1933–2013 гг. равна минус 9,2 °С. Продолжительность периода с отрицательными температурами составляет 240–250 дней (с октября по

май).

Характерным для района является повсеместное распространение многолетнемерзлых пород. Мощность многолетнемерзлых пород составляет на водоразделах 200–400 м, глубина сезонного оттаивания изменяется от десятков сантиметров до 3–4 м.

Инженерно-геологическое строение основания характеризуется данными, приведенными в отчете [1]. Грунты представлены (сверху вниз): песками с гравием и галькой мощностью до 7 м; валунно-галечными отложениями с песчаным заполнителем мощностью 18 м; валунами, песками, галечником, гравием мощностью 40 м; с глубины 65 м залегают базальты. Предполагается, что представленные грунты обладают малой льдистостью и соответственно низкой тепловой осадкой. Однако фильтрационные свойства высокие.

Русло реки умеренно извилистое, ширина его 5–6 м; высота берегов от 0,5 до 5–6 м. Ширина поймы реки Ергалах изменяется от 50–100 м до 200–300 м. Ледоход на реке отсутствует, талая вода течет по поверхности льда.

В районе, как и на многих других территориях, наблюдается рост температуры воздуха (рис. 1).

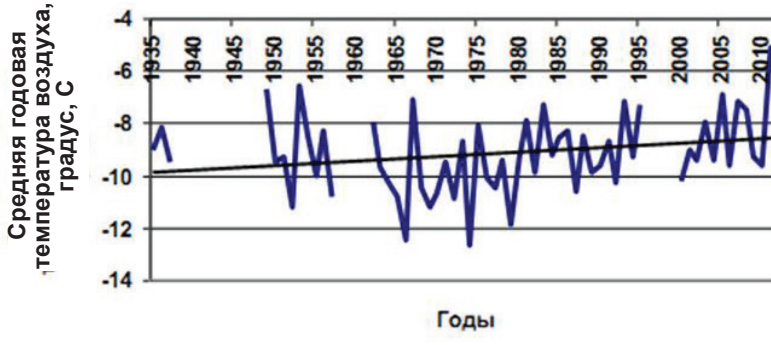


Рис. 1. Изменение средних годовых температур воздуха по данным Талнахской гидрометеорологической экспедиции

Цель работы, выполненной по заданию ООО «Гидротехпроект», заключалась в оценке температурного режима сооружений гидроузла на реке Ергалахе.

Для исследования температурного режима использовалась математическая модель, представленная в [2]. Для двумерных условий при отсутствии фильтрации эта модель имеет следующий вид:

а) уравнение стационарной теплопроводности

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_{\text{гр}}\frac{\partial \vartheta}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda_{\text{гр}}\frac{\partial \vartheta}{\partial y}\right)=0, \quad (1)$$

б) уравнение нестационарной теплопроводности

$$C_{\text{гр}}\rho_{\text{гр}}\frac{\partial \vartheta}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_{\text{гр}}\frac{\partial \vartheta}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda_{\text{гр}}\frac{\partial \vartheta}{\partial y}\right), \quad (2)$$

где $C_{\text{гр}}\rho_{\text{гр}}$ – объемная теплоемкость грунта; ϑ – температура грунта; t – время; x, y – прямоугольные координаты; $\lambda_{\text{гр}}$ – коэффициент теплопроводности грунта;

в) уравнение теплопроводности для грунтов в зоне фазовых превращений

$$C_{гр}\rho_{гр}\frac{\partial\vartheta}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_{гр}\frac{\partial\vartheta}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda_{гр}\frac{\partial\vartheta}{\partial y}\right)+\rho_{л}nL\frac{\partial R}{\partial t}, \quad (3)$$

где $\rho_л$ – плотность льда; n – пористость грунта; L – удельная скрытая теплота замерзания воды или плавления льда; R – относительная льдистость грунта, представляющая собой отношение массы порового льда к массе поровой воды, т. е.: $R = 1$ при полном замерзании поровой влаги, $R = 0$ при талом состоянии этой влаги.

Уравнения (1)–(3) дополняются условиями однозначности: значениями характеристик грунтов, геометрическими условиями, начальными и граничными условиями.

Учет климатических изменений осуществляется путем задания на границах прогнозных значений климатических характеристик в виде:

$$\vartheta_Р = \vartheta_Н + T\Delta\vartheta, \quad (4)$$

где $\vartheta_Р$ – климатическая характеристика в расчетный момент времени; $\vartheta_Н$ – то же, в начальный момент времени; $\Delta\vartheta$ – годовое изменение величины климатической характеристики; T − расчетный период прогноза, причем $T \leq 10$ (расчетный период не более 10 лет). Выбор T определяется тем, что климатологи прогнозируют изменения климатических характеристик обычно десятилетними трендами.

Поскольку в материалах изысканий [1] сведения о температурных полях долины реки отсутствовали, на первом этапе исследований были выполнены расчеты этих полей в бытовом состоянии. Результаты расчетов представлены на рис. 1 цв. вклейки. Результаты показали в частности, что мощность подруслового талика составила в бытовых условиях около 2 м, а мощность вечной мерзлоты под руслом реки − примерно 150 м.

Следующим этапом исследований было исследование температурного режима водохранилища.

Уравнение теплообмена в воде водохранилища в упрощенной постановке имеет вид [2]:

$$\frac{\partial\vartheta}{\partial t}=a\frac{\partial^2\vartheta}{\partial z^{2,}}, \quad (5)$$

где a – коэффициент температуропроводности воды водохранилища.

При отсутствии ледяного покрова граничное условие на поверхности воды может быть принято в виде:

$$-\lambda\partial\vartheta/\partial z = \alpha\,(\vartheta_э - \vartheta_{пов}), \quad (6)$$

где $\vartheta_э$ – эквивалентная температура воздуха; $\vartheta_{пов}$ – приземная температура воздуха; α – коэффициент теплообмена,

$$\vartheta_э = \vartheta + (S_R + S_и)/\alpha, \quad (7)$$

где S_R – радиационный баланс; $S_и$ – теплоотдача испарением.

При наличии ледяного покрова граничное условие на поверхности воды упрощается:

$$\Theta = 0\,^{o}C. \quad (8)$$

Наконец, температура подводных поверхностей в нижнем бьефе задается равной температуре воды, поступающей из водохранилища.

Граничное условие на дне водохранилища принимается как:

– при отсутствии ледостава

$$\frac{\partial\vartheta}{\partial z} = 0, \quad (9)$$

К СТАТЬЕ И. С. МАРКОВА
«ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВОДОХРАНИЛИЩА ГИДРОУЗЛА НА РЕКЕ ЕРГАЛАХ В НОРИЛЬСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА»

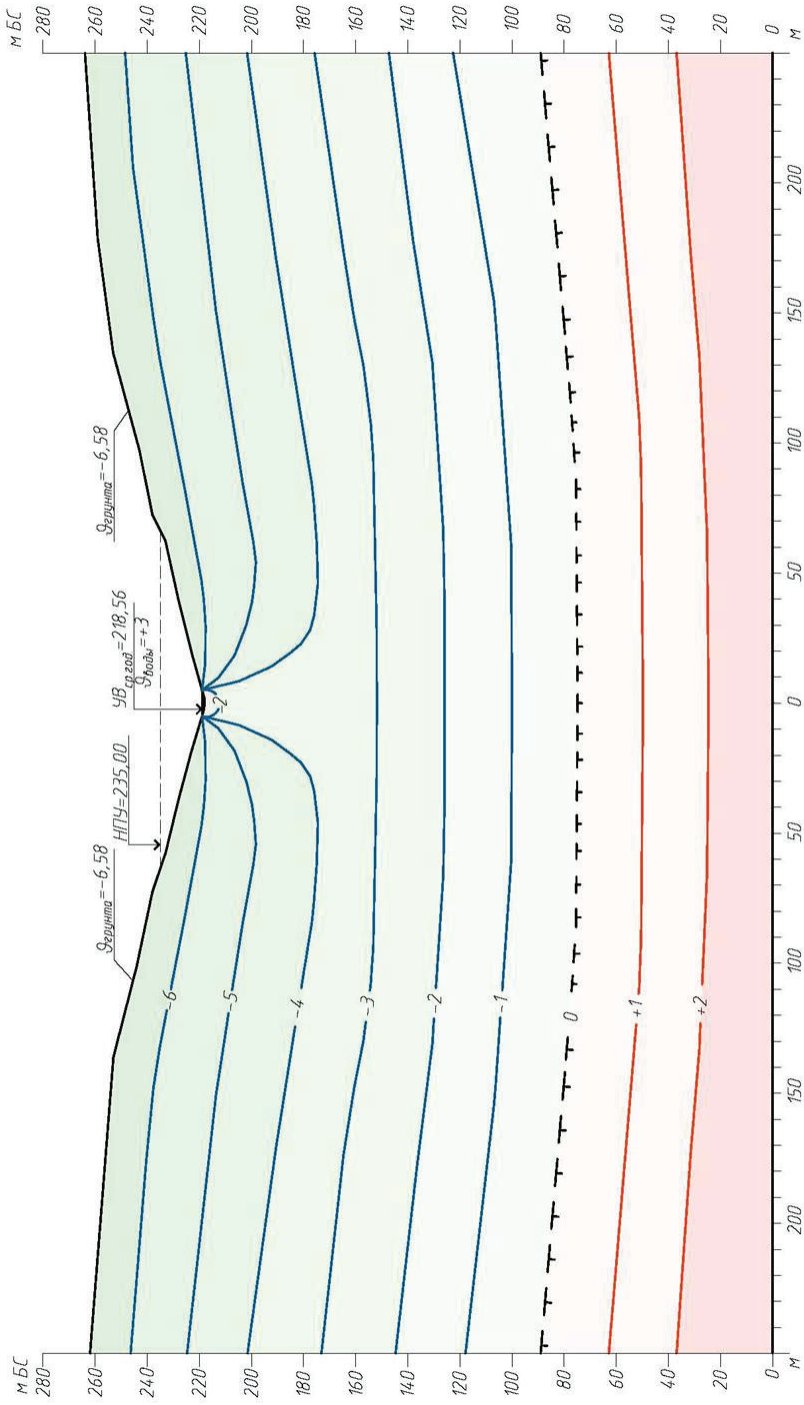


Рис. 1. Температурное поле долины реки Ергалах в бытовом состоянии

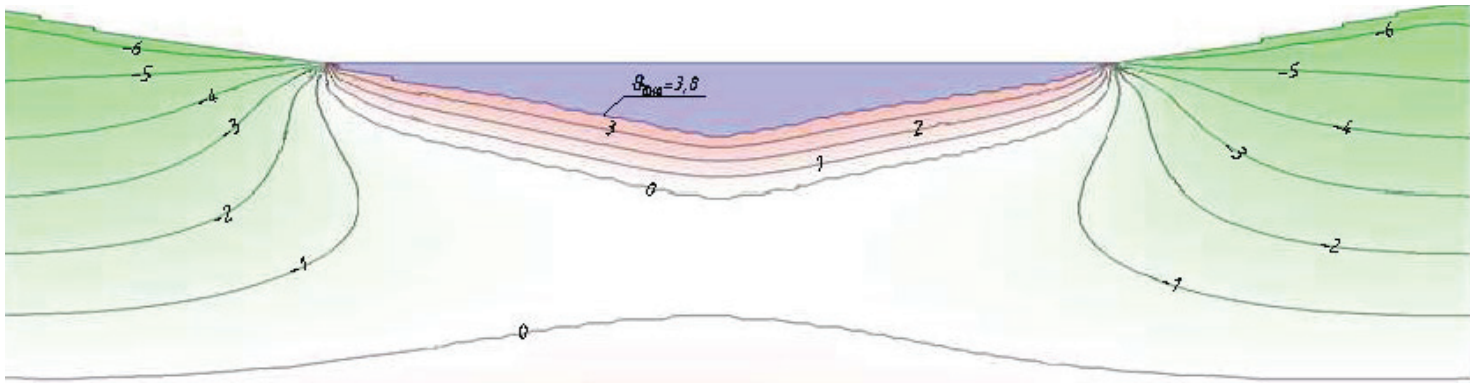


Рис. 2. Температурное состояние долины реки Ергалах в 2050 г. с учетом изменения климата

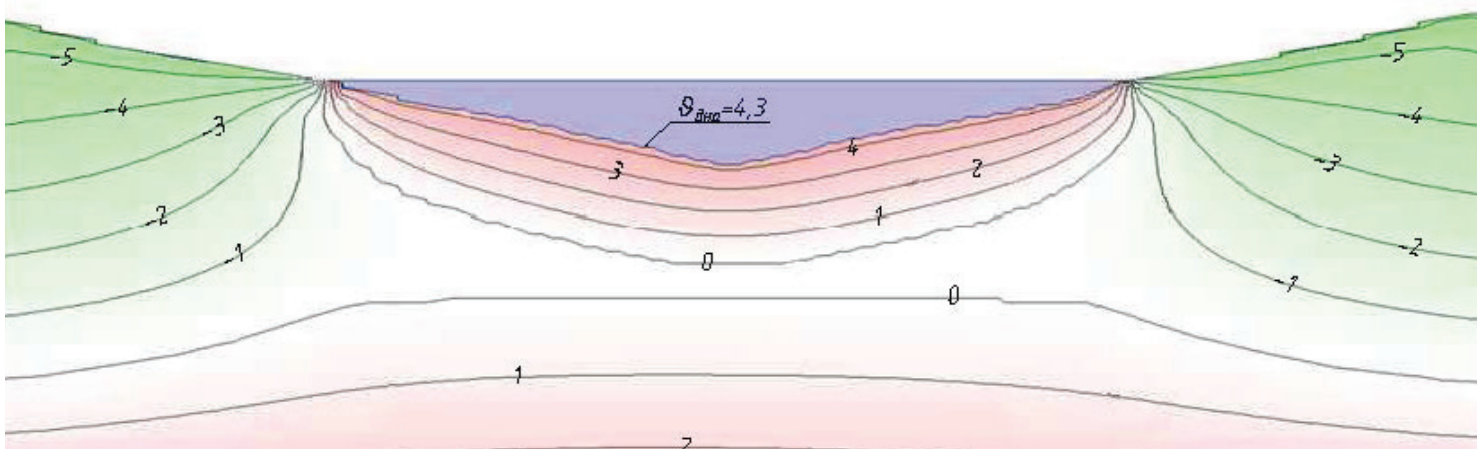


Рис. 3. Температурное состояние долины реки Ергалах в 2075 г. с учетом изменения климата

– при наличии льда

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial z} = S_{дн}, \qquad (10)$$

где $S_{дн}$ – плотность теплового потока на дне.

Расчет температурного режима водохранилища производился по методу, описанному в [3] для следующих периодов:

– период I: весеннее нагревание воды до 4 °С;
– период II: летнее нагревание воды от 4 °С и выше;
– период III: осеннее охлаждение воды до 4 °С;
– период IV: предледоставное охлаждение воды от 4 °С и ниже;
– период V: зимний режим под ледяным покровом;

Результаты расчетов представлены в таблице.

Результаты расчета температурного режима водохранилища на реке Ергалах (средняя по месяцам и за год температура воды, °С) с учетом влияния изменения климата

Период	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1 год	0,93	0,85	0,82	0,8	2,08	4,52	6,87	7,26	5,69	3,3	1,61	1,27	3
25 лет	1,08	0,98	0,96	0,93	3,12	5,89	8,23	8,95	7,28	4,46	2,07	1,65	3,8
50 лет	1,29	1,16	1,12	1,08	3,62	6,94	9,35	9,82	8,06	5,13	2,62	1,84	4,3

Для оценки температурного состояния ложа водохранилища были выполнены соответствующие расчеты на период эксплуатации 25 и 50 лет. Результаты расчетов при условии наполнения водохранилища в 2025 г. с учетом изменения климата представлены на рис. 2 и 3 цв. вклейки.

Как следует из рис. 3 цв. вклейки, к концу 50 лет эксплуатации (2075 г.) в ложе водохранилища образуется область оттаивания глубиной до 17 м, а мощность вечной мерзлоты под ложем водохранилища сокращается до 8 м.

С целью сравнения были выполнены аналогичные расчеты при условии отсутствия изменения климатических характеристик, т. е. при их значениях, соответствующих материалам изысканий [1] на 2013 г.

Сравнение показало, что изменение температурных характеристик воздуха и воды водохранилища увеличивает глубину протаивания его ложа к концу 50 лет эксплуатации на 3 м, а мощность вечной мерзлоты под ложем водохранилища уменьшает на 4 м.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Выполнение комплекса геологоразведочных работ и инженерно-геологических изысканий, направленных на обоснование оптимальной схемы водопользования Ергалахского водозабора : заключительный отчет выполненных работ. – Апатиты : Мурманская ГРЭ, 2016. – Текст : непосредственный.

2. Февралев, А. В. Математическая модель температурного режима гидротехнических сооружений в криолитозоне при глобальном изменении климата / А. В. Февралев, И. С. Марков. Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский

государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2018. – № 3. – С. 188–192.

3. Рекомендации по термическому расчету водохранилищ. – Ленинград : ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 1979. – 75 с. – Текст : непосредственный.

MARKOV Igor Sergeevich, post-graduate student of the chair of hydraulic and transport structures

ASSESSMENT OF THE TEMPERATURE REGIME OF THE RESERVOIR OF THE HYDROELECTRIC COMPLEX ON THE ERGALAKH RIVER IN THE NORILSK INDUSTRIAL DISTRICT, TAKING INTO ACCOUNT CLIMATE CHANGE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-42-89;
e-mail: gs@nngasu.ru
Key words: hydrosystem, permafrost, hydraulic structure, reservoir, temperature regime.

The article describes natural conditions, presents calculations of the everyday temperature condition of the valley, the methodology and results of temperature calculations of the hydroelectric dam for the period of operation.

REFERENCES

1. Vypolnenie kompleksa geologorazvedochnykh rabot i inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy, napravlennykh na obosnovanie optimalnoy skhemy vodopolzovaniya Ergalakhskogo vodozabora [Implementation of the complex of geological exploration and engineering-geological surveys aimed at establishing the optimal scheme of water use of the Ergalakh water intake]. Zaklyuchitelny otchyot viupolnennykh rabot. – Apatity: Murmanskaya GRE, 2016.

2. Fevralyov A.V., Markov I. S. Matematicheskaya model temperaturnogo rezhima gidrotekhnicheskikh sooruzheniy v kriolitozone pri globalnom izmenenii klimata [Mathematical model of temperature conditions of hydraulic structures in the permafrost under global climate change] / Privolzhskiy naychny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2018. – № 3. – P. 188–192.

3. Rekomendatsii po termicheskomu raschyotu vodokhranilish [Recommendations for thermal calculation of reservoirs]. – Leningrad: VNIIG im. B. E. Vedeneeva, 1979. – 75 p.

© И. С. Марков, 2021
Получено: 30.04.2021 г.

УДК 72.036

О. В. ОРЕЛЬСКАЯ, чл.-корр. РААСН, д-р архитектуры, проф. кафедры архитектурного проектирования

«ИГРА В КУБИКИ» – ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ XX – НАЧАЛА XXI ВВ.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83; эл. почта: olgalero2015@yandex.ru
Ключевые слова: архитектура, кубики, формообразование, архитектурные стили.

Анализируются архитектурные произведения и проекты на основе куба или параллелепипеда. Показано, что это формообразование остается востребованным архитекторами практически во всех стилистических течениях XX – начала XX1 вв. Композиции из кубического модуля создаются также в эпоху дигитальной и футуристической архитектуры.

Название статьи предполагает обратиться к истокам «игры в кубики» в начале XX века. Новаторские «объективные методы» в архитектурном образовании в России (в СССР) были применены впервые в 1920-е годы в авангардном центре художественного образования ВХУТЕМАС архитекторами Н. Ладовским, А. Весниным, А. Родченко, В. Кринским, Н. Докучаевым и другими архитекторами-новаторами. Их поиски находились под непосредственным влиянием авангардного изобразительного искусства, а именно: кубизма, кубофутуризма и супрематизма начала XX века. На их основе была создана система пропедевтических курсов, где студентов обучали таким дисциплинам как «Пространство», «Объем», «Графика», «Цвет», с помощью которых они учились анализу приемов и средств архитектурной композиции, вели поиски и эксперименты с простыми геометрическими объемами, что формировало новое мышление. Именно они легли в основу, в фундамент освоения будущей профессии нового архитектора, в становление нового стиля и направления в архитектуре XX века [1]. Архитектурные композиции на тему формообразования в современной архитектуре, как известно, получили в то время яркое воплощение в архитектурных фантазиях Я. Чернихова. Аналогичные поиски велись и в Баухаузе в Германии [2]. В 1920–1930-е годы шел единый процесс становления авангардной архитектуры.

Последующее обращение к кубическим формам в новейшей архитектуре, преемственность с экспериментами в области формообразования на основе геометрических объемов наблюдалось и в середине, и второй половине XX века, например, в брутализме – стилистическом течении, которое возникло в качестве альтернативы стеклянным параллелепипедам Л. Мис ван дер Роэ. Так, в 1967 году на международной выставке «ЭКСПО» в Монреале (Канада) молодой архитектор Моше Сафди представил жилой комплекс «Хабитат-67» (рис. 1 цв. вклейки), который формировался в виде свободно растущей живописной композиции, состоящей из 354 кубиков весом 40 тонн каждый, выполненных заводским способом из железобетона и поставленных со сдвижками друг на друга, что позволяло создавать сад на крыше-террасе ниже расположенного блока [3].

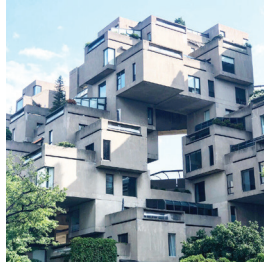
Объемно-пространственная композиция вызывала ассоциации со структурами, создаваемыми детьми при игре в кубики, хотя подобная пространственная структура в то же время ассоциативно напоминала традиционные жилища пуэбло (индейцев) Юго-Запада США. Можно констатировать, что это был совершенно новый взгляд на многоквартирные жилые дома, открытые к дальнейшему росту. Квартиры монтировались из одного и до пяти блок-модулей, изготовленных заводским способом заранее. Форма куба в *брутализме* применялась не только в жилых домах, но и при создании общественных зданий. К таким примерам брутализма относится здание музея американского искусства Уитни в Нью-Йорке (США), 1966 г, по проекту архитектора Марселя Брейера. Его кубическая форма, выполненная из гранитных камней, производит впечатление массивное и тяжеловесное. Над входом нависают мощные горизонтальные ступени, напоминая перевернутую лестницу. При этом на фасадах свободно и редко расположены выступающие из плоскости фасадов небольшие оконные проемы. Объем и планы здания отличаются компактностью и предельной ясностью (рис. 2 цв. вклейки).

В 1960-е годы в японской архитектуре возникло новое стилистическое течение – *метаболизм*, представители которого считали, что архитектура должна развиваться в плане формообразования по биологическим законам, но используя при этом новые технологии. Одним из характерных признаков архитектуры метаболизма стала модульность, что нашло отражение в известных башнях «Накагин» (*Nakagin Capsule Tower*) (Япония), 1972 г., по проекту архитектора К. Курокавы. Комплекс из двух соединенных башен имеет четкую структуру, где стержнями являются коммуникационные стволы, к которым крепятся модули заводского изготовления кубической формы – капсулы для жилья с единственным круглым окном-иллюминатором, которые могут заменяться по мере их износа. Новая концепция формообразования показала путь трехмерного развития городских структур в будущем (рис. 3 цв. вклейки).

Идеи *неоавангарда* в рамках неомодернизма второй половины XX века воплощены в проекте Парка ля Виллет в Париже (Франция),1986 г., архитектором Бернардом Чуми. На территории парка площадью 55 га расположены 30 ярко-красных кубиков-павильонов (фоли) различной интерпретации на тему советского авангарда 1920–1930-х годов. Эти оригинальные пространственные неоконструктивистские объемы выполнены из металла. Здесь одновременно прочитываются и черты стиля хай-тек. Их решения ярко индивидуальны. Ряд павильонов представляют собой прозрачную пространственно-стержневую конструкцию с видовыми площадками и ажурными лестницами (рис. 4 цв. вклейки). Неоавангардные поиски находят отражение и в Большой арке в деловом квартале Тет Дефанс в Париже (Франция), 1989 г., архитектора Йохана Отто фон Спрейкельсена, которая представляет собой гигантское сооружение в виде пустого кубического объема высотой 110 м, которое решается в виде прямоугольного очертания символической арки-портала. Боковые наружные стены куба на северном и южном фасадах выполнены в тонированном стекле, а внутренние (решетчатые) покрыты светлым мрамором. В них располагаются офисные помещения двух министерств. В проеме куба на стальных тросах парит «облако» из тефлоновой сетки. Рядом расположен стеклянный столб с лифтом, поднимающим на верхний этаж, с выставочными залами и видовой площадкой на крыше. В основании куба имеется широкая лестница, ведущая к лифтам (рис. 5 цв. вклейки).

В условиях нарастающего полистилизма к концу XX столетия параллельно

К СТАТЬЕ О. В. ОРЕЛЬСКОЙ «ИГРА В КУБИКИ» – ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ XX – НАЧАЛА XXI ВВ.»



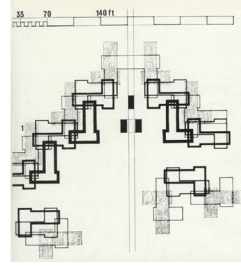


Рис. 1. Жилой комплекс «Хабитат (или среда обитания) – 67» в Монреале, арх. М. Сафди, 1967 г.

Рис. 2. Музей американского искусства Уитни в Нью-Йорке, арх. М. Брейер, 1966 г.

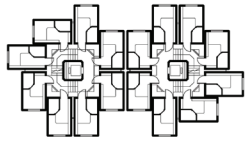


Рис. 3. Капсульная Башня «Накагин» в Токио, арх. К. Курокава, 1972 г.

Рис. 4. Фоли в парке ля Виллет в Париже, арх. Б. Чуми, 1986 г.

Рис. 5. Большая арка Тет Дефанс в Париже, арх. О. Спрейкельсен, 1989 г.

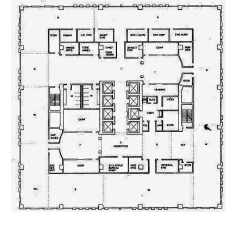


Рис. 6. Административное здание в Портленде, арх. М. Грейвз, 1982 г.

Рис. 7. Кубические здания в Роттердаме, арх. Пит Блюм 1984 г.

Рис. 8. Индивидуальный дом Т в г. Миядзаки, арх. бюро "*Tsukano Architect Office*", 2013 г.

Рис. 9. «Черный куб» в Нормандии, арх. бюро "*Beckmann N'Thepe Architectes*", 2009 г.

Рис. 10. Офисное здание в Цзиньхуа, арх. группа "*Sako architects*", 2010 г.

Рис. 11. Административно-офисное здание компании C& в Граце, 2017 г.

Рис. 12. Резиденция Алкасер-Ду-Сал, арх. студия *Francisco Aires Mateus Arquitectos*, 2010 г.

Рис. 13. Сугамо Шинкин банк в Токио, арх. Эммануэль Муро, 2014 г.

Рис. 14. Проект "*The Elastic Woodscraper II*, арх. бюро "*Weingartner Architect*" из Гамбурга, 2015 г.

Рис. 15. Проект комплекса «Квартал искусств» г. Дюнкерка, арх. фирма "*Francois Blanciak*", 2009 г.

с неомодернизмом на Западе в 1970-е годы возникает постмодернизм – сложное стилистическое явление, получившее название нового или радикального эклектизма, который своими идеями обращения к ретроспекции демонстрирует своеобразное взаимодействие современной архитектуры с историей. Хотя *постмодернизм* относится к традиционной, декоративно-художественной линии в развитии новейшей архитектуры, тем не менее архитекторы-постмодернисты в своих произведениях также используют форму куба, декорируя его фасады историческими аппликациями. Примером служит административное здание в Портленде, шт. Орегон (США), 1982 г., архитектора М. Грейвза – крупный объект кубической формы высотой в 15 этажей. Здесь автор отказался от идей наскучившего модернизма, от небоскребов-параллелепипедов, покрытых стеклом и сталью. Автор смело экспериментирует с цветом, прибегает к лепному неоклассицистическому декору и располагает на главном фасаде статую Портландии, выполненную из кованой меди (рис. 6 цв. вклейки).

Стиль *деконструктивизм*, возникший в зарубежной архитектуре под влиянием вседозволенности и ироничной метафоричности постмодернизма, относящийся к новационному направлению в архитектуре, стремится резко, а порой и весьма агрессивно контрастировать с окружающей средой за счет своего рода «конфликта» и нарушения существующей традиционной системы координат, масштаба и пропорций. Подобные приемы позволяют добиться яркой индивидуальности и динамичности. Например, всемирную известность получили оригинальные кубические жилые здания в Роттердаме (Нидерланды), 1984 г., архитектора Пита Блюма (рис. 7 цв. вклейки). По замыслу автора, его комплекс решен в виде ряда из 38 кубических малоэтажных жилых домов, соединенных между собой в единое сооружение. Каждый куб расположен на высокой колонне в виде шестигранной призмы, в которой располагается лестница. Он должен напоминать своеобразный образ – «дом на деревьях». Кубические дома неожиданно для зрителя поставлены на угол и соприкасаются друг с другом частью своих граней. В каждом кубе расположена жилая квартира площадью около 100 кв. метров. Комплекс был изначально задуман как оригинальный объект деконструктивизма.

Наряду с деконструктивизмом, на рубеже XX и XXI веков продолжает свое шествие неомодернизм, ярким проявлением которого становится *минимализм* в новейшей архитектуре. Он своеобразно протестует против историзирующего декоративизма постмодернизма и экстравагантных экспериментов деконструктивизма. Вновь, как и в модернизме, в начале XX века провозглашается простота и лаконичность форм в качестве основной эстетической ценности. Это отмечается в частности в новейшей японской архитектуре, которая обращается к своей традиционной культуре. Ей свойственен отказ от излишеств и обращение к чистой геометрии, существующей в гармонии с природой. Миниатюрный минималистский городской индивидуальный дом Т в г. Миядзаки (Япония), 2013 г., в виде белоснежного кубика построен архитектурным бюро "T*sukano Architect Office*". Он расположен в районе с плотной малоэтажной застройкой. Своим ярким белым цветом и предельно лаконичной монолитной формой он контрастирует со своим окружением. На фасадах практически полностью отсутствуют оконные проемы, за исключением щелевидных прорезей в небольшом проеме. Вход в дом также запроектирован в виде узкого коридора-щели. Таким образом, жилое пространство практически полностью изолировано от внешнего окружения (рис. 8 цв. вклейки).

В Нормандии (Франция) в 2009 году архитектурное бюро "*Beckmann N'Thepe*

Architectes" (арх. Альдрик Бекман и Франсуаза Н'Тепе) возвело квадратный в плане каркасный частный дом, расположенный в загородной местности, так называемый «Черный куб». Материал стен – тонированные доски, которые напоминают обугленную древесину. Куб обладает практически четырьмя глухими фасадами, на которых расположено лишь по одному окну (рис. 9 цв. вклейки). Это также пример минимализма начала XXI века.

По проекту архитектурной группы из Пекина "*Sako architects*" в Цзиньхуа (Китай) в 2010 г. построен комплекс из двух офисных зданий, одно из которых выполнено в форме светло-серого куба высотой в 9 этажей, который контрастирует со своим контекстом и становится своеобразным ориентиром в нем. Фасады из нержавеющей стали перфорированы множеством квадратных оконных проемов разной величины, с тонированными стеклами, вписанных в клетчатую поверхность стен. Внутренние коридоры формируют в плане крест и заканчиваются террасами (рис. 10 цв. вклейки).

Административно-офисное здание компании C&P в Граце (Австрия), 2017 г., по проекту архитектурного бюро *Innocad* представляет собой куб высотой в 7 этажей, выполненный в виде пространственной каркасной конструкции – бетонной решетки, в которой каждая квадратная ячейка может закрываться специальными солнцезащитными экранами-жалюзи, что позволяет создавать постоянно меняющуюся и разнообразную фронтальную композицию всех четырех фасадов. В центре куба имеется атриум, который объединяет все этажи здания (рис. 11 цв. вклейки).

От отдельных штучных объемов кубической формы архитекторы все чаще переходят к сложным композициям из множества «кубиков». Так, архитектура комплекса «Резиденция Алкасер-Ду-Сал» (Португалия), 2010 г., по проекту архитектурной студии *Francisco Aires Mateus Arquitectos*, отражает концепцию *минимализма*, которая находит воплощение во внешнем облике здания. Этот комплекс состоит из отеля и больницы. Здание имеет ломаный зигзагообразный план, вписанный в рельеф местности. В облике сооружения соединены черты традиционной и современной архитектуры. Здесь полностью отсутствует декоративность, но при этом здание обладает художественной привлекательностью за счет создания оригинальной композиции, пластика которой достигается чередованием белых глухих кубиков с заглубленными оконными проемами (рис. 12 цв. вклейки). От монохромных зданий, состоящих из одинаковых кубических элементов, наблюдается переход к полихромным. Здание Сугамо Шинкин банка *Sugamo Shinkin Bank* в Токио (Япония), 2014 г., архитектора Эммануэля Муро обладает фасадом, сформированным из рядов ярких цветных кубиков, которые по-разному выступают или заглублены в плоскость фасада. Таким образом, автор добивается разнообразия при восприятии здания. Тема цветных кубиков находит продолжение и в интерьерах. Ряд кубов сверху дополнен зелеными растениями и цветниками. Такая авторская трактовка архитектурного облика является несколько неожиданной при формировании облика банковских зданий, которые обычно выглядят солидно и монументально (рис. 13 цв. вклейки).

По мере развития направления *футуристической архитектуры*, устремленной в будущее, появляются проекты экологической направленности, где формообразование также ориентируется на кубические объемы. Оригинальная концепция «небесные кубики» определяет энергоэффективную архитектуру в проекте небоскреба "*The Elastic Woodscraper II*" , 2015 г., для Гамбурга (Германия) архитектурного бюро "*Weingartner Architect*". Пространственную каркасную

конструкцию предполагается выполнить из бетона. На нее устанавливаются стеклянные модульные блоки-кубы высотой в пять этажей. В бетонном каркасе располагаются лифты, лестницы и инженерное оборудование. Огромные стеклянные объемы кубической формы позволят проникнуть внутрь помещений солнечному свету. При этом их энергоэффективное покрытие позволит снизить затраты на отопление и вентиляцию. Авторами предполагается применить интеллектуальные системы управления и инновационные технологии: стеклянная оболочка здания будет реагировать на интенсивность освещения и менять свой цвет и прозрачность. 70 % конструкций предложено выполнить из дерева. На плоских крышах будут размещены зеленые зоны: сады и площадки для детских игр. Этот проект демонстрирует формообразование из прозрачных объемов кубической формы (рис. 14 цв. вклейки).

Тот факт, что «игра в кубики» останется актуальной и в дальнейшем, подтверждает конкурсный концептуальный проект комплекса «Квартал искусств» (*Dunkirk Arts Quarter*), в 2009 г., выполненный для г. Дюнкерка (Франция) японской архитектурной фирмой "*Francois Blanciak*" которая занимается разработкой архитектурных концепций. Французский архитектор Франсис Бланшак (*François Blanciak*) предлагает свой комплекс в виде многообъемной композиции из одинаковых кубиков (подобной детскому конструктору), создающий целостный архитектурно-градостроительный ансамбль. Он демонстрирует своеобразную концепцию «рассыпающегося кубика» [4]. Новые здания, выполненные на основе единой модульной системы, создают композицию из объемов с различными функциями, формируя таким образом свое новое окружение и адаптируясь к модулю исторической застройки. Ступенчатая композиция многофункционального культурно-научного центра из блоков-кубиков демонстрирует постепенный переход к масштабу сложившегося исторического контекста и позволяет на плоских кровлях устраивать зеленые террасы (рис. 15 цв. вклейки).

Итак, мы наблюдаем, что на протяжении всего XX и начала XXI вв. архитекторы неизменно обращаются к форме куба, каждый раз демонстрируя новые методы и возможности формообразования зданий различного функционального наполнения на основе простого куба, а также разнообразие членений его поверхностей – прозрачных и материальных. Причем этот процесс, берущий начало от кубизма и супрематизма, прослеживается не только в модернистской стилистике, но и находит воплощение во всем широком спектре полистилизма новейшей архитектуры. Архитектор формирует искусственную природу из различных, как правило, простых геометрических тел, среди которых куб занимает одно из ведущих мест. Куб (простой многогранник) на протяжении более 100 лет участвует в разработке как единичных монообъектов, так и целых многообъемных комплексов различного назначения. Кубистская архитектура продолжает свое шествие во времени и в пространстве. Ясная, понятная всем геометрическая форма куба позволяет решать различные задачи, связанные с представлением о функциональном наполнении, комфорте, целостном архитектурном образе и о стиле своей эпохи. В архитектурной композиции все чаше куб группируется со своими аналогами, выполняет роль модуля, который участвует в создании множественных растущих объемно-пространственных структур и комплексов. Архитекторы при этом демонстрируют свое творческое кредо, свои индивидуальные возможности владения архитектурной композицией, создавая своей профессиональной фантазией вариации из кубиков: статичные – симметричные и динамичные – асимметричные. Четкая геометрия кубических форм в архитектуре остается привлекательной для дальнейших

экспериментов с ней: от простой композиции к сложной, от монохромной к полихромной. Если в начале XX века обращение к кубизму было революцией в абстрактном искусстве и авангардной архитектуре, то в настоящее время в условиях гибкости архитектурного мышления в век компьютерных технологий творчество современного архитектора обладает всей необходимой свободой в плане формообразования. Одним из востребованных новых методов архитектурного проектирования в последние десятилетия становятся поиски в области экспериментального «кубостроения», ориентированного на вариабельность и динамичность. Традиционное формообразование на основе предельно лаконичной формы куба, существует сегодня параллельно с морфологией нелинейности и изменчивости в архитектуре, когда каждый кубик, каждый квадрат становится одним из множества геометрических элементов (фракталов) в синтетическом конгломерате себе подобных, что содержит большие выразительные возможности новой дигитальной архитектуры [5]. Архитектура заимствует принципы строения формы из естественной природы, используя и повторяя ее законы в архитектурном формообразовании. За сто лет «кубостроение» продвинулось далеко вперед и уже заглядывает в будущее, предлагая свои прогнозы архитектурного футуристического формообразования. Профессиональная «игра в кубики» продолжается...

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хан-Магомедов, С. О. Высшие государственные художественно-технические мастерские. (ВХУТЕМАС) 1920-1930. В 2 книгах. Книга 1 / С. О. Хан-Магомедов. – Москва : Ладья, 1995. – 343 с. – ISBN 5-7068-0103-7. – Текст : непосредственный.

2. Droste, Magdalena. Bauhaus. Updated Edition / Magdalena Drost. – London : Taschen, 2019. – 400 p. – ISBN 978-3-8365-7282-8.

3. Иконников, А. В. Архитектура XX века. Утопии и реальность : в 2 томах / А В. Иконников. – Москва : Прогресс-Традиция, 2001-2002. – Том 1. – 2001. – 656 с. : ил. – ISBN 5-89826-096-X ; Том 2. – 2002. – 672 с. : ил. – ISBN 5-89826-130-3. –Текст : непосредственный.

4. Секрет развалившегося кубика. Архитектурный проект от François Blanciak Architect. – URL: https://novate.ru/blogs/050210/14077 (дата обращения: 04.05.2021). – Текст : электронный.

5. Добрицына, И. А. Нелинейная парадигма в архитектуре 90-х годов XX века / И. А. Добрицына. – Текст: непосредственный // Вопросы теории архитектуры. Архитектурное сознание XX–XXI веков: разломы и переходы. – Москва, 2001. – С. 90–206.

ORELSKAYA Olga Vladimirovna, corresponding member of RAACS, doctor of architecture, professor of the chair of architectural design

"PLAYING WITH CUBES"– ONE OF THE METHODS OF FORMATION IN THE ARCHITECTURE OF THE XX – EARLY XXI CENTURIES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: olgalero2015@yandex.ru
Key words: architecture, cubes, formation, architectural styles.

The article analyzes architectural works and designs based on a cube or parallelepiped. It is shown, that this shaping remains in demand by architects in almost all stylistic trends of the 20th and early 21st centuries. Compositions of a cubic module are also created in the era of digital and futuristic architecture.

REFERENCES

1. Khan-Magomedov S. O. Vysshie gosudarstvennye khudozhestvenno-tekhnicheskie masterskie [Higher state art and technical workshops]. (VKhUTEMAS) 1920-1930. V 2 knigakh. Kniga 1. Moscow: Ladya, 1995, 343 p. – ISBN 5-7068-0103-7.
2. Drost Magdalena. Bauhaus. Updated Edition / Magdalena Drost. London: Taschen, 2019, 400 p. – ISBN 978-3-8365-7282-8.
3. Ikonnikov A. V. Arkhitektura XX veka. Utopii i realnost [Architecture of the XX century. Utopias and reality] : v 2 tomakh. Moscow: Progress -Traditsiya, 2001-2002. – Tom 1. – 2001. – 656 p. : il. – ISBN 5-89826-096-X ; Tom 2. – 2002. – 672 p. : il. – ISBN 5-89826-130-3.
4. Sekret razvalivshegosya kubika. Arkhitekturny proekt ot François Blanciak Architect [The secret of a broken cube. Architectural project by François Blanciak Architect. URL: https://novate.ru/blogs/050210/14077/ (data obrascheniya: 04.05.2021).
5. Dobritsyna I. A. Nelineynaya paradigma v arkhitekture 90-kh godov XX veka [Nonlinear paradigm in architecture of the 90s of the XX century]. Voprosy teorii arkhitektury. Arkhitekturnoe soznanie XX-XXI vekov: razlomy i perekhody [Questions of the theory of architecture. Architectural consciousness of the XX-XXI centuries: faults and transitions]. Moscow, 2001. P. 90–206.

© О. В. Орельская, 2021
Получено: 12.05.2021 г.

УДК 725.381.3 (470.316)

Н. С. САПРЫКИНА, д-р архитектуры, доц., зав. кафедрой градостроительства

ЗДАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ГАРАЖА В Г. ЯРОСЛАВЛЕ – УНИКАЛЬНЫЙ ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ ОБРАЗЕЦ АРХИТЕКТУРЫ 1930-Х ГОДОВ

ООВО (ЧУ) Академия «МУБиНТ» (г. Ярославль)
Россия, 150999, г. Ярославль, ул. Советская, д. 80. Тел.: 8 800 700 1600, доб. 2510; эл. почта: saprykinans@edu.mubint.ru
Ключевые слова: архитектура, типологический образец, проект, здание, автомобильный гараж, постконструктивизм, Ярославль, И. Н. Дубов.

Рассматривается специфика архитектуры здания гаража середины 1930-х гг., выявленного в г. Ярославле. Оцениваются историко-культурные ценности постройки с позиции актуальности сохранения уникального типологического образца на территории города. Вводятся в оборот новые сведения по истории советской архитектуры, творчеству выпускника Ленинградского ВХУТЕИН И. Н. Дубова.

Исследование специфики развития гаражного строительства в первой половине XX столетия показало, что здания для хранения и обслуживания автомобилей были достаточно редкими и строились преимущественно по индивидуальным проектам, в том числе в провинциальных городах. Стереотипное восприятие данных типов зданий как утилитарных объектов приводило в ходе их эксплуатации к значительным переделкам-перестройкам, нередко к сносу. Поэтому сегодня на территории России остались редкие образцы таких построек. Тем более ценным открытием представляется недавно выявленное здание гаража

1930-х годов на территории г. Ярославля благодаря открывшимся архивным сведениям [1].

Строительство гаражей стало распространяться на территории СССР с началом коренного перевооружения промышленности, включая автомобильную, после принятия в 1928 году первого пятилетнего плана развития народного хозяйства. В свою очередь, задача наладки и выпуска автомобильного транспорта в стране требовала усилия всей отечественной промышленности: необходимо было создать мощные предприятия по производству автомобилей, комплектующих изделий, шин, топлива, специальных сталей, станков и оборудования. Этот план стал успешно претворяться в жизнь. Например, на территории города Ярославля в конце 1920-х – начале 1930-х гг. были построены новые промышленные предприятия – резиноасбестовый комбинат (ЯрРАК), завод «АСЕА» (ЯЭМЗ), завод синтетического каучука (СК-1), был модернизирован Ярославский государственный автомобильный завод № 3 (быв. завод Н. А. Лебедева, основан в 1915 г., в период 1926–1933 гг. – ЯГАЗ). Накопив к середине 1930-х годов немалый опыт в налаживании серийного производства, ремонте машин, советское автомобилестроение подошло к новому рубежу – массовому производству автомобилей. В ходе технического перевооружения автомобильной промышленности к 1935 году производство машин в СССР возросло более чем в 20 раз (по сравнению с 1930 г.) – до 97 тыс. штук, освоив массовый выпуск трех базовых моделей, которые поставлялись во все регионы [2]. Все это способствовало появлению отдельных «парков автомобилей», поэтому настала потребность в разработке и строительстве зданий для хранения и обслуживания машин (прежде всего грузовых и общественного транспорта) – гаражей – в разных городах России, в том числе и Ярославле, где в 1935 году был выпущен 10-тысячный грузовой автомобиль [3].

Наиболее прогрессивным предприятием Ярославля в первой половине 1930-х годов стал первый в стране завод синтетического каучука (СК-1), где руководителем строительства и директором в течение 1931–1936 гг. был Лука Тимофеевич Стреж (1901 г. р., в 1937 г. расстрелян, реабилитирован в 1956 г.).

Во всесоюзной прессе широко освещался процесс строительства завода СК-1, приводился в пример современный и грамотный руководитель. Под его руководством произошло становление предприятия: освоение производства, овладение сложным технологическим процессом получения синтетического каучука, отработка технологических режимов, в том числе строительство первого многоместного автогаража в г. Ярославле. Символично, что Л. Т. Стреж был премирован легковой автомашиной наркомом тяжелой промышленности С. Орджоникидзе в 1935 г. [4].

Согласно недавно обнаруженным архивным материалам, проект под названием «Авто-гараж на 25 машин» в г. Ярославле был разработан организацией «Ярославское отделение Ивоблпроекттреста» в 1935 году. Начальник – А. П. Боровский. Удалось установить, что *автор проекта – архитектор И. Н. Дубов.* Технический проект выполнялся в 1938 г. проектным отделом завода СК-1 Главкаучука НКМ-СССР (ГИПРОКАУЧУК) уже по факту выстроенного здания, включая пояснительную записку от 11.10.1938 г. Согласно записям и пометкам на чертежах и тексту пояснительной записки технического проекта, отделочные работы и монтаж разных инженерных систем продолжались вплоть до 1938 г. (рис. 1–2 цв. вклейки).

Архитектору удалось создать оригинальный облик гаражного комплекса, отвечающий внутреннему содержанию и стилистическим установкам времени «переходного стиля» в архитектуре – постконструктивизма (рис. 3 цв. вклейки).

Выпускник Ленинградского ВХУТЕИН (1925–1930), И. Н. Дубов занимался проектированием новых социальных типов зданий еще в стенах института. Тема общественных гаражей, связанная с идеями индустриализации и технического прогресса, активно эксплуатировалась в виде заданий для студентов, бралась для преддипломных работ [5]. Например, она стала одной из важных в творчестве М. А. Минкуса (который учился в одной группе с И. Н. Дубовым), будущего лауреата Государственной премии СССР. Начав с преддипломной работы «Гараж для легковых машин», он проектировал подобные сооружения вплоть до Великой Отечественной войны, писал теоретические труды по этой теме, старался обобщить знания в этой области [6]. Воспитанный в духе авангардных традиций автор ярославского проекта свободно владел основами проектирования неординарных и ярких композиций, четко выверенных планов, что можно проследить на различных гражданских постройках для Ярославля и Иваново [7]. Увлечение многих советских архитекторов середины 1920-х – начала 1930-х гг. изучением творческого метода известной немецкой школы «Баухаус», проектами ее руководителей – известный факт времени, подтвержденный разными публикациями [8]. Все это неизбежно откладывало свой отпечаток – новый взгляд на современную архитектуру, влияло на выработку концепций [9]. Вероятно, и проект нового гаража для Ярославля создавался под впечатлением от выдающегося произведения В. Гропиуса и А. Мейера – административно-фабричного корпуса и зала для машин «Образцовой фабрики», созданного в Кельне в 1914 году для выставки Немецкого союза ремесленных предприятий. Строгая композиция плана, машинный образ, контраст фабричной и офисной частей, динамичная форма здания офиса получили продолжение и развитие в архитектурной композиции гаража в Ярославле (рис. 4 цв. вклейки). Подобно комплексу в Кельне, *его объемно-планировочная структура* представляет собой комплекс Т-образной конфигурации. Здание состоит из двух прямоугольных объемов-корпусов в плане: двухэтажного с закругленными торцами (административно-вспомогательного назначения) и протяженного одноэтажного (стоянки и мастерских) (рис. 5 цв. вклейки). Характер стилистического решения в полной мере соответствует установкам-особенностям переходного стиля – постконструктивизма:

– общее формообразование строится на четкой геометрии элементов композиции, контрасте прямоугольной, треугольной и круглых форм;

– используется характерный тип плана композиции, напоминающий авангардные решения выдающихся архитекторов XX века и ассоциирующийся с неким образом техники (машины, самолета и т. д.);

– оформление фасадов отличается наличием неоклассических деталей (карниза сложного очертания, аттика, пилястр и др.), а также строгой симметрией их расположения [10].

Здание отличают уникальные элементы художественно-тектонической пластики и декоративной обработки фасадов:

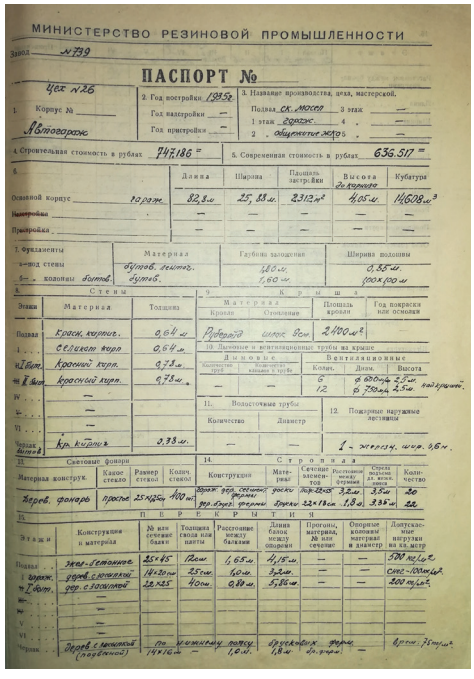
– пропорционально выверенный ритм пилонов с «перспективными» нишами простенков;

– удачные пропорции аттика, подчеркивающие геометрию двухэтажного корпуса, создающие иллюзию плоской кровли;

– выступающие парные порталы въездов на главном фасаде, акцентирующие его ось симметрии и основное предназначение – «тип»;

– фонарная надстройка гаражной части (утрачена, но сохранились подробные авторские чертежи, позволяющие восстановить ее в оригинальном виде);

К СТАТЬЕ Н. С. САПРЫКИНОЙ «ЗДАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ГАРАЖА В Г. ЯРОСЛАВЛЕ – УНИКАЛЬНЫЙ ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ ОБРАЗЕЦ АРХИТЕКТУРЫ 1930-Х ГОДОВ»


МИНИСТЕРСТВО РЕЗИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Завод № 739

ПАСПОРТ №

Цех № 26

1. Корпус № Автогараж

2. Год постройки 1935г.
Год надстройки —
Год пристройки —

3. Название производства, цеха, мастерской.
Подвал СК. МОСПО 3 этаж —
1 этаж Гараж 4 „ —
2 „ Общежитие ЖКО 5 „ —

4. Строительная стоимость в рублях 747.186 =

5. Современная стоимость в рублях 636.517 =

6.

	Длина	Ширина	Площадь застройки	Высота до карниза	Кубатура
Основной корпус Гараж	82,8 м.	25,13 м.	2312 м²	4,05 м.	11,608 м³
Надстройка	—	—	—	—	—
Пристройка	—	—	—	—	—

7. Фундаменты

	Материал	Глубина заложения	Ширина подошвы
а) вид стены	дубов. лежн.	1,80 м.	0,35 м.
б) колонны	дубов.	1,60 м.	900×900 м

8. Стены

Этажи	Материал	Толщина
Подвал	Красн. кирпич.	0,64 м.
1	Сплошн. кирп.	0,64 м.
II Этаж	Красный кирп.	0,78 м.
III	Красный кирп.	0,78 м.
IV	—	
V	—	
VI	—	
Чердак	Кр. кирпич	0,38 м.

9. Крыша

Материал кровли	Материал стропления	Площадь кровли	Год покраски или осмоления
Рубероид	шлак. дер.	2400 м²	

10. Дымовые и вентиляционные трубы на кровле

Дымовые: Количество труб	Высота каждой трубы	Вентиляционные: Колич.	Диам.	Высота
—	—	6	ф 600 м/м	2,5 м. над гребнем
		12	ф 700 м/м	2,5 м.

11. Водосточные трубы

Количество	Диаметр
—	—

12. Пожарные наружные лестницы

1 - железн. шир. 0,6 м.

13. Световые фонари

Материал конструк.	Какое стекло	Размер стекол	Колич. стекол
Дерев. фонарь	простое	25×125 см	400 м²

14. Стропила

Конструкция	Материал	Сечение элементов	Расстояние между фермами	Стрела подъема д. конструкции	Количество
Брус. дер. сегмент. фермы	дубы	22×25 см	3,2 м.	3,5 м	20
Дер. сдерж. фермы	брусы	22×18 см	1,8 м.	3,35 м	22

15. Перекрытия

Этажи	Конструкция и материал	№ или сечение балок	Толщина свода или настила	Расстояние между балками	Длина балок между опорами	Прогоны, материал, № или сечение	Опорные колонны материал и диаметр	Допускаемые нагрузки на 1 м²
Подвал	Жел.-бетонное	45×45	12 см	1,65 м.	4,15 м.	—	—	500 кг/м²
Цокольн.	Дерев. с плоскими	14×20 см	25 см.	60 см.	3,2 м.	—	—	сопр.-500 кг/м²
I Этаж	Дер. с плоскими	22×25	40 см.	0,80 м.	5,86 м.	—	—	300 кг/м²
II	—							
III	—							
IV	—							
V	—							
VI	—							
Чердак	Дерев. с плоскими (подвесные)	по чертежу 14×16 см	—	по чертежу 1,0 м.	дубовыми брусьями 1,8 м	—	—	120 кг. 75 кг/м²

Рис. 1. Титульный лист паспорта автогаража завода СК-1 с указанием года строительства (1935)

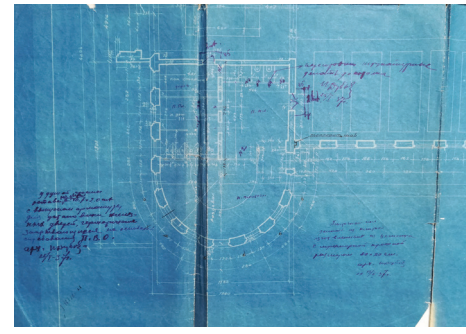


Рис. 2. Фрагмент чертежа плана первого этажа (19.08.1935) с исправлениями-указаниями автора И. Н. Дубова от 25.01.1937 г. и 13.02.1937 г.

Рис. 3. Гараж СК с пр. Октября (фотография С. И. Тараева, 2018 г.)

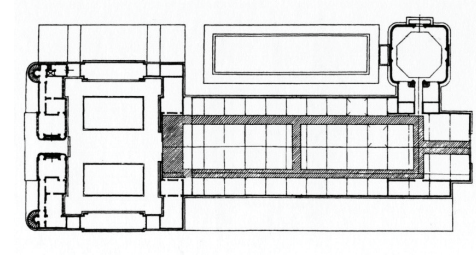


Рис. 4. Административно-фабричный корпус и зал для машин «Образцовой фабрики» для выставки Немецкого союза ремесленных предприятий в Кельне. Архитекторы: Вальтер Гропиус и Адольф Мейер, 1914 (общий вид и план этажа)

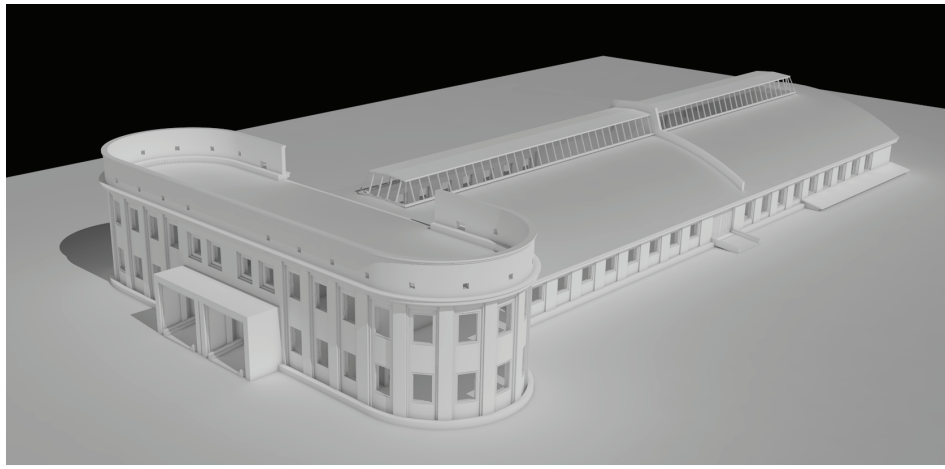


Рис. 5. Гараж на 25 автомашин в г. Ярославле. 1935–1938 гг.
Арх. И. Н. Дубов. Компьютерная модель первоначального облика (Д. И. Сафарова)

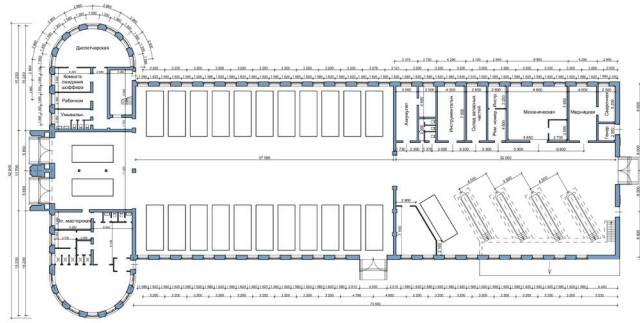


Рис. 6. План 1-го этажа гаража в Ярославле (копия с технического проекта 1938 г.)

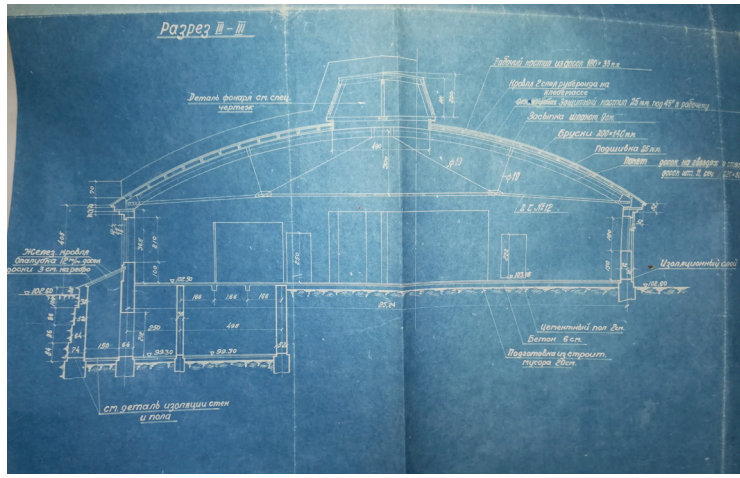


Рис. 7. Разрез 3-3 (фрагмент чертежа-синьки из технического проекта) 23.05.1938 г.

– карнизы оригинального профиля (сохранились авторские чертежи шаблонов, позволяющие восстановить первоначальную геометрию).

Примечательно, что в конфигурации торцового фасада с плавными линиями и геометрической структурой просматриваются «отголоски» архитектуры Императорских гаражей в Ливадии (1911 г.) и «Белого гаража» в Царском селе (архитектор А. К. Миняев, 1913 г.) с похожим стеклянным фонарем верхнего света. По-видимому, неоклассические установки времени заставили автора внимательнее изучить все исторические прототипы и выбрать узнаваемые типологические признаки подобных объектов, чтобы архитектурное решение гаража звучало еще более убедительно.

Выбор площадки для размещения нового гаража в г. Ярославле – рядом с территорией нового завода СК – был предопределен требованиями времени, а также ведомственной принадлежностью к заводу [11]. Генплан отличался простотой решения, при этом учитывал все особенности места и требования «Правил размещения автомобилей» 1930 года:

– закреплял линию застройки Тутаевского шоссе и ось треугольного участка территории, примыкающего к территории завода СК (рис. 2 цв. вклейки);

– формировал фронт застройки «административной частью» комплекса, повышая тем самым ее презентабельность;

– являлся акцентным элементом зоны промышленной застройки.

Планировочная структура здания не читается активно в архитектуре фасадов несмотря на яркий «конструктивистский» контраст форм корпусов административного и производственного назначения. В двухэтажной административной части здания автором был размещен «Сектор управления»: различные службы, помещения персонала и вспомогательного назначения. Планировочное решение первого этажа административного корпуса гаража строилось на делении его на три части-отсеки. В центральной его части был организован главный парный въезд в гараж, моечная для машин и два парковочных места, в боковых – «шоферская» и раздевалка для работников. Второй этаж решен монообъемным, с коридорно-кабинетной системой и полукруглыми зальными помещениями по торцам (красного уголка и транспортного отдела). В двухэтажной части здания гаража предусматривались две лестничные клетки, не выделяющиеся на фасадах здания. Перпендикулярно пристроенный одноэтажный объем гаража состоял из двух планировочных частей, разделенных брандмауэрной стеной: «сектора хранения автомобилей» на 22 машины и «сектора ремонта и обслуживания» с дополнительным местом для парковки. Последний сектор включал четыре «поста» с ремонтными ямами, помещения мастерских, складов и другого вспомогательно-производственного назначения (рис. 6 цв. вклейки). Согласно данным фактам, планировочная структура здания отличалась:

– рациональностью, комбинированной структурой, определенной многофункциональным назначением;

– созданием комплексной зоны для рабочих-служащих и водителей;

– наличием удобной схемы передвижения транспорта, продуманной схемой его обслуживания;

– равномерной освещенностью всех функциональных зон, в том числе пространства хранения, обслуживания автомашин и коммуникаций.

Конструктивное решение, выбор материалов и технологического оборудования были достаточно характерными для своего времени: ленточные бутовые фундаменты, кирпичная кладка наружных и внутренних стен,

комбинированный тип перекрытия (деревянное и фрагментарно железобетонное ребристое), деревянные конструкции чердачного покрытия. Оригинальными решениями представляются:

– конструкции покрытия гаражной части комплекса – деревянные сегментные фермы с фонарной надстройкой трапециевидного очертания (утрачены, возможно воссоздание, сохранились технические чертежи);

– система приточно-вытяжной вентиляции (вентиляторы «Сирокко» и вытяжные каналы с дефлекторами типа «Шанар-Этуаль» – были в оригинале, требуется натурное исследование) (рис. 7 цв. вклейки).

В 1938 году на территории автогаража было дополнительно спроектировано и построено небольшое сооружение бензораздаточной станции с «бензиноколонками» в идентичном стилистическом ключе, что и основное здание (утрачено) [1]. В настоящее время здание гаража сохранило достаточную степень оригинальности несмотря на разновременные искажения: к одноэтажному корпусу пристроено несколько новых объемов с разных сторон; оконные, дверные проемы и ворота обеих частей объекта растесаны/заложены в соответствии с современными особенностями эксплуатации объекта; демонтирована фонарная надстройка одноэтажной части, есть другие утраты. Но в целом архитектура не изменила важные качественные характеристики объекта, даже предназначение объекта, сохранив возможность «обратимости» первоначального облика здания гаража.

Вывод: Архитектура гаражей, как и других типов зданий, вызывает научный и практический интерес в широком культурологическом контексте, связанным с охраной, популяризацией наследия советского времени. Выявленное здание многоместного гаража в г. Ярославе представляет собой уникальный образец промышленной архитектуры 1930-х гг., выполненный по индивидуальному проекту выдающегося советского архитектора И. Н. Дубова со свойственными и узнаваемыми особенностями его «архитектурного почерка». Оно не имеет повторного воспроизведения, а также не повторяет ни один из выявленных примеров ранее построенных гаражей, обладает всеми признаками историко-культурной ценности ОКН: с исторической, градостроительной и архитектурной точек зрения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архивные дела завода СК-1. – Текст: непосредственный // Ярославское отделение Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры (ВООПИиК).

2. Создание новой отрасли. – Текст: электронный // Компас в Мире Машин и Машиностроения / Музей автомобилестроения. – URL: http://www.avtomash.ru/pred/muzei_a/1918/1918-3.html (дата обращения: 22.05.2021).

3. Незабываемые страницы истории. – Текст: электронный // Ярославский моторный завод. – URL: http://old-yar.ru/story/130/#gallery1000 (дата обращения: 22.05.2021). .

4. Митькова, Т. Н. Первенец СК: из истории Ярославского завода синтетического каучука / Т. Н. Митькова ; под общей редакцией профессора П. М. Лукьянова. – Ярославль : Верхне-Волжское книжное изд-во, 1965. – 120 с. – Текст: непосредственный.

5. Юбилейный справочник выпускников Санкт-Петербургского Государственного академического института живописи, скульптуры и архитектуры имени И. Е. Репина Российской Академии художеств. 1915–2005 / А. С. Борисова, А. Н. Викторова, Л. И. Полубкова [и др.] ; научный редактор Ю. Г. Бобров. – Санкт-Петербург.: Петрополь, 2007. – 792 с. – Текст: непосредственный.

6. Варзар, Л. В. М. А. Минкус / Л. В. Варзар, Ю. С. Яралов. – Москва : Стройиздат, 1982. – 136 с.: ил. – (Мастера архитектуры). – Текст : непосредственный.

7. Сапрыкина, Н. С. Советская архитектура Ярославля: реальность и виртуальность / Н. С. Сапрыкина. – Ярославль : Изд-во ЯГТУ, 2006. – 496 с. : ил. – Текст : / непосредственный.

8. Хан-Магомедов, С. О. Архитектура советского авангарда. В 2-х книгах. Книга первая. Проблемы формообразования. Мастера и течения / С. О. Хан-Магомедов. – Москва : Стройиздат, 1996. – 709 с. : ил. – Текст : непосредственный.

9. Сапрыкина, Н. С. С. В. Капачинский: на пути к профессиональному мастерству через освоение творческого метода А. С. Никольского / Н. С. Сапрыкина. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство России. – 2015. – № 5. – С. 2–13.

10. Селиванова, А. Н. Постконструктивизм: власть и архитектура в 1930-е годы в СССР : монография / А. Н. Селиванова. – Москва : БуксМАрт, 2019. – 320 с.: ил. – ISBN 978-5-6040055-4-5. – Текст : непосредственный.

11. Гофман, В. Л. Фабрично-заводская архитектура. Часть 1. Планировка и конструирование зданий и сооружений промышленных предприятий. – Изд. 3-е. – Ленинград : КУБУЧ, 1932. – 580 с. : ил. – Текст : непосредственный.

SAPRYKINA Natalia Sergeevna, doctor of architecture, associate professor, holder of the chair of urban development

CAR GARAGE BUILDING IN YAROSLAVL – A UNIQUE TYPOLOGICAL EXAMPLE OF THE ARCHITECTURE OF THE 1930S

Academy "MUBiNT" (Yaroslavl)
80, Sovetskaya St., Yaroslavl, 150999, Russia. Tel.: +7 800 700 1600, ext. 2510;
e-mail: saprykinans@edu.mubint.ru
Key words: architecture, typological example, design, building, car garage, post-constructivism, Yaroslavl, I. N. Dubov.

The article considers the architecture specificity of the garage building of the mid-1930s, which was found out in the city of Yaroslavl. The historical and cultural values of the building are evaluated from the standpoint of the relevance of preserving a unique typological example in the city. New information about the history of the Soviet architecture and the work of I. N. Dubov, a graduate of the Leningrad VKhUTEIN, is put into circulation.

REFERENCES

1. Arkhivnye dela zavoda SK-1 [Archives of the SK-1 plant]. Yaroslavskoe otdelenie Vserossiyskogo obschestva okhrany pamyatnikov istorii i kultury (VOOPIiK).

2. Sozdanie novoy otrasli [Creation of a new industry]. Kompas v Mire Mashin i Mashinostroeniya [Compass in the World of Machines and Mechanical Engineering] / Muzey avtomobilestroeniya. URL: http://www.avtomash.ru/pred/muzei_a/1918/1918-3.html.

3. Nezabyvaemye stranitsy istorii [Unforgettable pages of history]. Yaroslavskiy motorny zavod [Yaroslavl Motor Plant]. – URL: http://old-yar.ru/story/130/#gallery1000.

4. Mitkova T. N. Pervenets SK. Iz istorii Yaroslavskogo zavoda sinteticheskogo kauchuka [The SK's firstborn. From the history of the Yaroslavl synthetic rubber plant]. Pod obschey redaktsiey professora P. M. Lukyanova. Yaroslavl: Verkhne-Volzhskoe knizh. izd-vo, 1965, 120 p.

5. Borisova A. S., Viktorova A. N., Polubkova L .I., et al. Yubileyny spravochnik vypusknikov Sankt-Peterburgskogo Gosudarstvennogo akademicheskogo instituta zhivopisi, skulptury i arkhitektury imeni I.E. Repina Rossiyskoy Akademii khudozhestv. 1915–2005 [Anniversary directory of graduates of the St. Petersburg State Academic Institute of Painting, Sculpture and Architecture named after I.E. Repin of the Russian Academy of Arts. 1915–2005]; nauch red. Yu. G. Bobrov. – Saint-Petersburg: Petropol, 2007, 792 p.

6. Varzar L. V., Yaralov Yu. S. M. A. Minkus [M. A. Minkus]. Moscow: Stroyizdat, 1982, 136 p.: il. – (Mastera arkhitektury).

7. Saprykina N. S. Sovetskaya arkhitektura Yaroslavlya: realnost i vertualnost [Soviet architecture of Yaroslavl: reality and virtuality]. Yaroslavl: Izd-vo YaGTU, 2006, 496 p.: il.

8. Khan-Magomedov S. O. Arkhitektura sovetskogo avangarda. Problemy formoobrazovaniya. Mastera i techeniya [The architecture of the Soviet avant-garde. Formation problems. Masters and trends]: V 2-kh knigakh: Kniga pervaya. Moscow: Stroyizdat, 1996, 709 p.: il.

9. Saprykina N. S. S.V. Kapachinskiy: na puti k professionalnomu masterstvu cherez osvoenie tvorcheskogo metoda A. S. Nikolskogo [S. V. Kapachinsky: on the way to professional skill through mastering the creative method of A. S. Nikolsky] // Arkhitektura i stroitelstvo Rossii [Architecture and construction of Russia], 2015. – № 5. – P. 2–13.

10. Selivanova A. N. Postkonstruktivizm. Vlast i arkhitektura v 1930-e gody v SSSR [Postconstructivism. Power and architecture in the 1930s in the USSR]: monografiya. Moscow: BuksMArt, 2019, 320 p.: il. ISBN 978-5-6040055-4-5.

11. Gofman V. L. Fabrichno-zavodskaya arkhitektura Chast 1. Planirovka i konstruirovanie zdaniy i sooruzheniy promyshlennykh predpriyatiy [Factory architecture Part 1. Planning and design of buildings and structures of industrial enterprises]. Izd. 3-e. – Leningrad: KUBUCh, 1932, 580 p .: il.

© Н. С. Сапрыкина, 2021
Получено: 13.02.2021 г.

УДК 72.036

А. С. ШУМИЛКИН, канд. архитектуры, доц. кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

КОНЦЕПЦИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ РЕСТАВРАЦИИ XX – НАЧАЛА XXI ВЕКОВ В КОНТЕКСТЕ ТЕОРИИ ВРЕМЕННЫХ ЦИКЛОВ. СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРНО-РЕСТАВРАЦИОННОГО ДЕЛА В РОССИИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37; эл. почта: ist_arh@nngasu.ru
Ключевые слова: историко-градостроительная среда, парадигма сохранения культурного наследия, архитектурная реставрация.

Проблема сохранения культурного наследия рассматривается в контексте авторской теории временных циклов, выявляющей основные периоды, характеризовавшие отношение к культурному наследию страны на государственном и общественном уровнях. Определяются признаки нового взгляда на проблему сохранения наследия на современном этапе в контексте устойчивого развития регионов, средового подхода, теории прогрессирующей регенерации городской среды. Формулируется авторская модель стратегии развития архитектурно-реставрационного дела в России.

Сохранение культурного наследия сегодня представляет одну из важнейших задач, стоящих перед современным обществом. Проблема утраты историко-культурного наследия в последние десятилетия остро обозначила необходимость сохранения наследия отечественной архитектуры как основы культурной, национальной и региональной идентичности. Если важной задачей XX века

являлось восстановление наиболее значимых памятников, разрушенных в результате военных конфликтов, то реставрационные задачи настоящего времени в большой степени определяются ориентацией на сохранение архитектурно-исторической среды в контексте градостроительного развития.

Современное положение отечественной архитектурной реставрации определяется широким кругом проблем, сопровождавших развитие отрасли в последние десятилетия XX – начале XXI вв. Изменения в области реставрации связаны с трансформацией отношения к наследию на государственном, социокультурном, экономическом и профессиональном уровнях. Традиционная парадигма сохранения наследия, последовательно развивавшаяся в XIX – XX вв., с последней трети XX в. претерпевала инверсию. Памятник утрачивал роль неприкосновенного свидетельства прошлого, а его актуальный смысл стал связываться с трактовкой в контексте современности. Нивелировка принципа неприкосновенности дала импульс формированию новых взглядов на проблему наследия, открыв широкое поле для его трансформаций [1, с. 155].

В условиях переходного периода от постиндустриальной к информационной эпохе, под влиянием процессов глобальной экономики, началось формирование новой парадигмы сохранения и приспособления памятников. Согласно высказывания Б. М. Матвеева, рубеж XX–XXI вв. «характеризуется сменой ранее господствовавшей традиционной ценностно-мировоззренческой парадигмы на технократическую, сформировавшуюся в условиях становления информационного общества и симулятивной культуры постмодерна, порождающей новое эстетическое восприятие действительности» [2, с. 158, 159].

Общими признаками смены парадигмы на рубеже веков становятся тиражирование, смешение жанров, деконструкция, разрушение традиционных форм. Характерной особенностью новой идеологии сохранения наследия является поиск подходов на основе углубленных междисциплинарных научных исследований. Вместе с тем одну из фундаментальных проблем отечественной реставрации представляет информационная рассредоточенность и отсутствие целостного объединяющего видения ее задач на рубеже XX–XXI вв. Поиск решения данной проблемы приводит к необходимости анализа базовых основ реставрационной науки, обобщения современного опыта практической деятельности и понимания приоритетов дальнейшего развития с позиций сохранения национальной культуры.

Для определения предпосылок смены современной реставрационной парадигмы на рубеже XX–XXI вв. автор обратился к обобщающему анализу развития теории и практики архитектурной реставрации, которое во многом определилось отношением к культурному наследию в различные периоды жизни страны. Было установлено, что трансформация идеологического подхода к сохранению наследия имела сложный характер. Дореволюционная традиция отношения к наследию, воспринятая в первые послереволюционные годы, в 1920-е гг. оказалась разрушенной под влиянием тоталитарного характера государственной власти. В период 1920–1930-х гг. была деформирована система официальных организаций по охране памятников. Идеология советского государства в отношении наследия в довоенный период шла по пути размывания представления о памятнике как о носителе исторической и культурной традиции.

Также выявлено, что со второй половины 1960–1970-х гг. в СССР наблюдался значительный подъем в реставрационной практике, подготовленный периодом послевоенного восстановления пострадавших и разрушенных памятников.

Сложилась наиболее благоприятная ситуация в деле охраны и реставрации памятников, основанная на государственной политике, гарантировавшей их защиту и обеспечивавшей планомерную поддержку сферы наследия. Основной перспективой сохранения и использования памятников, определявшей границы допустимого вмешательства в их историческую структуру, являлась музеефикация. Реставрационная деятельность охватывала значительную часть территории страны, локализуясь в рамках выделившихся крупных архитектурно-реставрационных школ на базе государственных научно-реставрационных производственных мастерских.

Этап 1990–2000-х гг. был связан с коренными социально-политическими изменениями, затронувшими сферу охраны памятников и сложившуюся в течение предыдущих десятилетий систему реставрации. В результате законодательных, финансово-экономических, структурных изменений (разделение государственной собственности на федеральную и муниципальную, приватизация памятников истории и культуры, передача культовых зданий религиозным организациям, формирование системы частного финансирования работ) развитие реставрационной отрасли с 1990-х гг. характеризовалось деформацией сложившейся организационной и профессиональной системы. Механизм раздробления реставрационной деятельности сопровождался переходом от централизованной системы специальных научно-реставрационных производственных мастерских к формированию сети негосударственных реставрационных организаций.

На рубеже XX–XXI вв. практика реставрационно-восстановительных работ существенно пополнилась за счет увеличения типологического охвата памятников, приспосабливаемых под современное использование. Объектами реставрации становились культовые постройки, крупные монастырские ансамбли, жилые и общественные здания, комплексы промышленной архитектуры. Расширился спектр подходов, применявшихся в зависимости от первоначального назначения памятника и его предполагаемой функции, вызвав вместе с тем методологические противоречия при приспособлении исторических зданий в связи с проблемой утраты подлинности. Смещение приоритета в сторону частного заказа становилось причиной многих повреждений и утрат памятников, а также инверсии их социокультурной значимости.

Сегодня положительная динамика в отношении к историко-культурному наследию складывается исходя из понимания его как основы национальной идентичности и самобытности регионов, городов, исторических поселений. Важную роль играют международные принципы в области охраны памятников, культурных ландшафтов, исторических ансамблей городов. В основе комплексного подхода остается стремление к сохранению образной индивидуальности памятника и его оригинальных особенностей традиционными методами научной реставрации, вместе с тем подразумевающее включение объекта в современную жизнь (рис. 1 цв. вклейки).

На протяжении XX в. развивалась средовая парадигма, отражавшая качественно новое отношение к сохранению наследия в контексте архитектурно-исторической среды. Ряд руководящих документов международного уровня закрепил компромисс между традиционными принципами сохранения наследия и возможностью его современной интерпретации (модернизация, воссоздание) в рамках средового подхода. С начала 1970-х гг. в научном и правовом поле наследия формировался интегрированный подход, основанный на понятии «устойчивого развития» и существенно повлиявший на развитие сферы сохранения культурного

К СТАТЬЕ А. С. ШУМИЛКИНА «КОНЦЕПЦИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ РЕСТАВРАЦИИ XX – НАЧАЛА XXI ВЕКОВ В КОНТЕКСТЕ ТЕОРИИ ВРЕМЕННЫХ ЦИКЛОВ. СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРНО-РЕСТАВРАЦИОННОГО ДЕЛА В РОССИИ»

Рис. 1. Проект реставрации Покровской церкви в с. Борисово-Покровское Нижегородской области

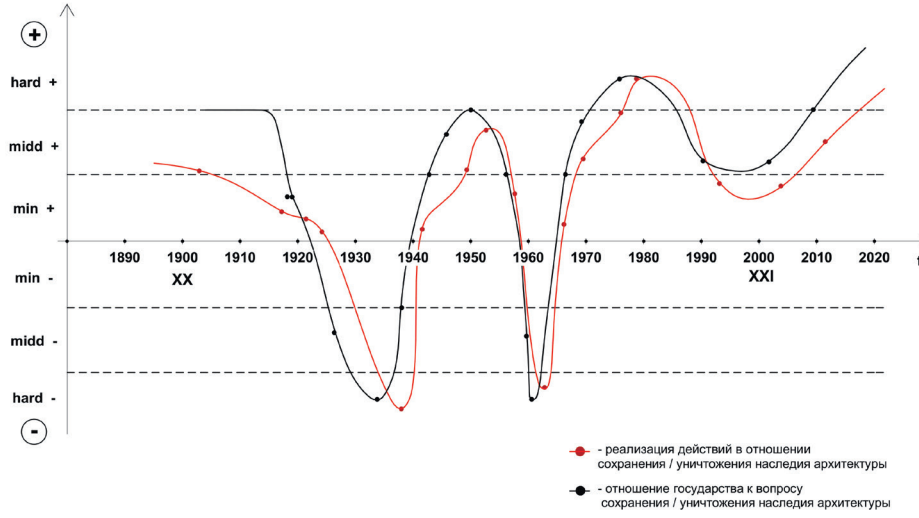


Рис. 2. График эволюции отношения к проблеме сохранения наследия архитектуры в XX – начале XXI вв.

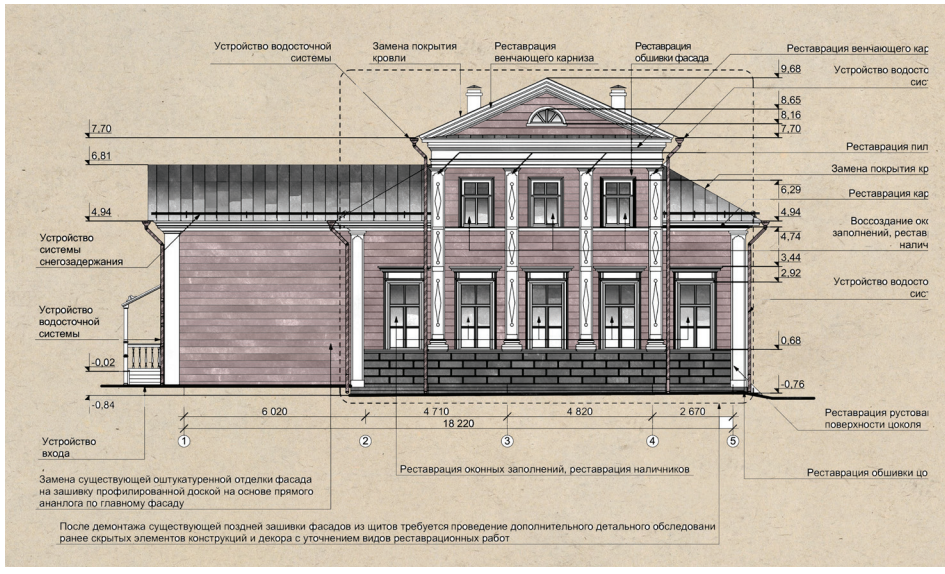


Рис. 3. Проект реставрации «Дома М. Ф. Щелокова» (ул. Варварская, 8, литера З) в Нижнем Новгороде

Рис. 4. Реставрация Водонапорной башни Усадебно-промышленного комплекса в г. Выксе Нижегородской области

наследия в начале XXI в. [3]. Складывались принципы средового подхода в сочетании с политикой управления изменениями. В то же время концепция сохранения наследия как процесса управления изменениями вошла в определенное противоречие с базовыми принципами охраны наследия (зафиксированными Венецианской хартией) [4].

Авторская модель (рис. 2 цв. вклейки) характеризует основные переломные моменты, позволяя проследить механизм взаимосвязи эволюционных процессов в отечественной реставрационной теории и практике с отношением к вопросам сохранения исторического наследия архитектуры на государственном (идеологическом) и общественном уровне. Автором выявлены предпосылки в виде широкого спектра профессиональных и общекультурных мотивов, которые определяют универсальный характер развития реставрационной деятельности. Например, отмечена закономерность «всплесков» воссозданий в послевоенные годы и на более поздних этапах вплоть до начала XXI в., в периоды наиболее сильного влияния государственной идеологии, ставящей на первый план задачи сохранения национальной идентичности. Сегодня отечественная реставрационная практика характеризуется неуклонным ростом воссоздаваемых памятников, в том числе объектов региональной архитектуры (в то время, как в европейской практике отмечается замедление данного процесса). На рубеже веков данная тенденция особенно проявилась в отношении культовых зданий и ансамблей в рамках восстановления историко-градостроительной и сакрально-символической значимости утраченных памятников. Сегодня метод воссозданий все чаще затрагивает гражданские объекты историко-культурной среды, сочетаясь с методами их модернизации и приспособления.

Современная ситуация в сфере сохранения наследия характеризуется базовым конфликтом: на одном полюсе находится идея сохранения историко-культурной среды и реставрации объектов культурного наследия в рамках традиционной парадигмы, на другом – формирование условий и подходов, приводящих к радикальным вмешательствам в историческую ткань («точечная» застройка, утрата аутентичных характеристик, искажение «новоделами», деконструкция и полное уничтожение памятников архитектуры). Расширяется поле критического осмысления методов и подходов. Исследователями подчеркивается необходимость выработки более ясной картины в отношении наследия и современных методов его сохранения [5], формирования нового понимания наследия предшествующих поколений, его роли в национальной культуре [6].

Выявленные ключевые точки на шкале времени (на основе авторской теории временных циклов) в развитии реставрационной сферы, в которой рубеж XX–XXI вв. отмечен конфликтом теории, практики и правового поля, подводят к мысли о необходимости «перезагрузки» современной отечественной реставрации. Актуальной становится разработка концептуального подхода к реставрации и сохранению объектов наследия на основе обобщающего анализа современной архитектурно-реставрационной картины на научно-теоретическом, профессионально-практическом и нормативно-законодательном уровнях.

Современная стратегия сохранения наследия рассматривает его как важный средообразующий фактор и фундаментальную категорию, лежащую в основе устойчивого культурно-ландшафтного пространства. В развитии методов сохранения объектов культурного наследия и их приспособления для современного использования важно учитывать современные принципы средового подхода в сочетании с политикой управления изменениями в контексте устойчивого развития

территорий [2, с. 157]. Данная политика подразумевает совмещение традиционных принципов и принципов модернизации наследия (рекомендации, Великобритания, 2008 г.). Теория прогрессирующей регенерации городской среды основана на интеграции новых архитектурных форм при их совместимости с историческими формами, в отношении которых допустимы те или иные методы модернизации. Интегрирование памятника основано на компромиссе принципа соблюдения исторической достоверности и актуализации его современного «прочтения» – образного художественного обогащения с соблюдением условий соразмерности, сомасштабности, сохранения образно-стилистических особенностей [2].

Вариативное поле для определения методов сохранения и развития памятника или архитектурного пространства может определяться характером допустимого «вмешательства» в историческую ткань. Основанием для этого является дифференцированный подход на основе совокупной оценки параметров значимости объекта (археологической, градостроительной, историко-культурной, архитектурно-типологической, эстетической, культурологической значимости, аутентичности, роли в формировании культурного ландшафта и др.) [7].

Переосмысление принципов сохранения наследия с учетом современных тенденций архитектурно-градостроительной деятельности, корректировка законодательной базы в аспекте разработки новой парадигмы подходов к реставрации, ориентация на устойчивое развитие регионов – аспекты, формирующие стратегию развития архитектурно-реставрационного дела в России. В основе данной стратегии, лежат следующие основные принципы (авторская модель):

– формирование государственного заказа к сохранению культурного наследия как основы национального достояния;

– формирование долгосрочных программ реставрации памятников в регионах исходя из категорий историко-культурной и культурно-ландшафтной значимости, степени их сохранности, оптимального сочетания задач сохранения наследия и его современного использования;

– развитие кластерно-территориального подхода к сохранению историко-культурного наследия на базе концепции культурного ландшафта;

– формирование долгосрочных перспектив современного устойчивого развития за счет выявления историко-культурной значимости, экологического потенциала территорий;

– эффективная коммуникация в сфере сохранения наследия, преодоление региональной информационной рассредоточенности;

– сохранение архитектурно-реставрационных школ, ориентация реставрационных подходов на сохранение региональных особенностей архитектуры и типологический характер наследия.

Положения данной стратегии во многом находят отражение в современной российской практике за счет государственной поддержки развития среды городов, формирования привлекательных городских пространств (национальная конкурсная программа комфортной городской среды в малых городах и исторических поселениях) [8]. В рамках градостроительного развития комплексно реализуется подход, основанный на использовании потенциала исторических планировочных решений, уникальных объектов, характерной средовой застройки и привлекательных ландшафтов (Саровско-Дивеевский кластер, реновация исторических кварталов и улиц г. Нижнего Новгорода в рамках программы 800-летия города (рис. 3), Усадебно-промышленный комплекс в г. Выксе (рис. 4)).

Данная модель стратегического развития, основанная на взаимодействии законодательной базы, экономического ресурса, культурного потенциала, профессионального опыта, а также государственного заказа, направлена на качественное преобразование сферы сохранения историко-архитектурного наследия России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щенков, А. С. Реконструкция исторической застройки в Европе во второй половине XX века : историко-культурные проблемы / А. С. Щенков. – Москва : ЛЕНАНД, 2011. – 280 с. – ISBN 978-5-9710-0384-7. – Текст : непосредственный.
2. Матвеев, Б. М. Деконструкция архитектурного наследия / Б. М. Матвеев. – Санкт-Петербург : Политехника-сервис, 2012. – 423 с.: ил. – ISBN 978-5-905687-63-1. – Текст : непосредственный.
3. Conservation principles policies and guidance for the sustainable management of the historic environment. P. 1. – URL: http://www.english- heritage.org.uk/content/publications/docs/... / (дата обращения: 02.04.2021). – Текст : электронный.
4. Petzet, Michael. International Principles of Preservation / Michael Petzet. – Berlin, 2009. – URL: http://www.icomos / (дата обращения: 02.04.2021). – Текст : электронный.
5. Душкина, Н. О. Реконструкция архитектурных сооружений: метаморфозы теории и перспективы сохранения наследия / Н. О. Душкина. – Текст : непосредственный // Поиски идентичности. Реставрация, восстановление, воссоздание : материалы XIV Чтений, посвященных памяти Л. А. Лелекова (1934–1988). – Москва, 2002. – С. 39–40.
6. Швидковский, Д. О. Пространство мирового зодчества / Д. О. Швидковский. – Москва : Архитектура-С, 2017. – 560 с. : ил. – ISBN 978-5-9647-0305-1. – Текст : непосредственный.
7. Зеленова, С. В. Формирование системы критериев оценки историко-архитектурного наследия в России : специальность 18.00.01: автореферат диссертации кандидата архитектуры / С. В. Зеленова ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2009. – 22 с. – Текст : непосредственный.
8. Шумилкин, А. С. Современный опыт сохранения исторической среды. Проект комфортной городской среды г. Слободского / А. С. Шумилкин – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 3. – С. 99–104.

SHUMILKIN Aleksandr Sergeevich, candidate of architecture, associate professor of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

THE CONCEPT OF ARCHITECTURAL RESTORATION OF THE XX – EARLY XXI CENTURIES IN THE CONTEXT OF THE TIME CYCLE THEORY. STRATEGIES FOR THE DEVELOPMENT OF ARCHITECTURAL AND RESTORATION WORK IN RUSSIA

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel: +7 (831) 430-17-37;
e-mail: ist_arh@nngasu.ru
Key words: historical and urban environment, paradigm of cultural heritage preservation, architectural restoration.

The problem of heritage preservation is considered in the context of the author's theory of time cycles, which identifies the main periods that characterized the attitude to the cultural heritage of the country at the state and public levels. Signs of a new look at the problem of the heritage preservation at the present stage in the context of sustainable development of regions, the environmental approach, the theory of progressive regeneration of the urban environment are determined. The author's model of the strategy for the development of architectural and restoration work in Russia is described.

REFERENCES

1. Schenkov A.S. Rekonstruktsiya istoricheskoy zastroyki v Evrope vo vtoroy polovine XX veka: istoriko-kulturnye problemy [Reconstruction of historical buildings in Europe in the second half of the XX century: historical and cultural problems]. Moscow, LENAND, 2011, 280 p. – ISBN 978-5-9710-0384-7.

2. Matveev B. M. Dekonstruktsiya arkhitekturnogo naslediya [Deconstruction of architectural heritage]. Saint-Petersburg, Politekhnika-servis, 2012, 423 p., ill. – ISBN 978-5-905687-63-1.

3. Conservation principles policies and guidance for the sustainable management of the historic environment. P. 1. URL: http://www.english- heritage.org.uk/content/publications/docs/... / (data obrascheniya: 02.04.2021).

4. Michael Petzet. International Principles of Preservation. Berlin, 2009. http://www.icomos / (data obrascheniya: 02.04.2021).

5. Dushkina N. O. Rekonstruktsiya arkhitekturnykh sooruzheniy: metamorfozy teorii i perspektivy sokhraneniya naslediya [Reconstruction of architectural structures: metamorphoses of the theory and prospects of heritage preservation] // Poiski identichnosti. Restavratsiya, vosstanovlenie, vossozdanie [The search for identity. Restoration, restoration, recreation]: Materialy XIV Chteniy, posvyaschyonnykh pamyati L.A. Lelekova (1934-1988). Moscow, 2002. P. 39-40.

6. Shvidkovsky D.O. Prostranstvo mirovogo zodchestva [The space of world architecture]. Moscow, Arkhitektura-S. 2017, 560 p., ill. – ISBN 978-5-9647-0305-1.

7. Zelenova S. V. Formirovanie sistemy kriteriev otsenki istoriko-arkhitekturnogo naslediya v Rossii [Formation of a system of criteria for assessing the historical and architectural heritage in Russia]. Spetsialnost 18.00.01: avtoreferat diss. cand. arkhitekt. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2009, 22 p.

8. Shumilkin A. S. Sovremenny opyt sokhraneniya istoricheskoy sredy. Proekt komfortnoy gorodskoy sredy g. Slobodskogo [Modern experience of preserving historical environment. The project of a comfortable urban environment of the city of Slobodskoy] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2020. № 3. P. 99–104.

© А. С. Шумилкин, 2021
Получено: 04.06.2021 г.

УДК 72.035+726.7 (470.341-25)

М. С. ШУМИЛКИН, канд. архитектуры, доц. кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

РЕСТАВРАЦИОННАЯ ПРАКТИКА ВОЗНЕСЕНСКОГО ПЕЧЕРСКОГО МОНАСТЫРЯ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83; эл. почта: ist_arh@nngasu.ru
Ключевые слова: Нижний Новгород, Вознесенский Печерский монастырь, реставрация монастыря, этапы реставрации монастырского ансамбля.

Рассматривается история развития Вознесенского Печерского монастыря, одного из самых древних комплексов в Нижегородской области. Анализируются главные этапы развития архитектурного ансамбля и выявляются основные периоды его реставрации. Описываются реставрационные работы, которые проводились на разных исторических этапах с указанием конкретных фирм. Исследуется историческая роль монастыря в структуре города, а также его архитектура.

Вознесенский Печерский монастырь относится к числу самых древних ансамблей Нижнего Новгорода. Обитель является выдающимся памятником истории и архитектуры, объектом федерального значения. История монастыря неразрывно связана не только с нашим городом, но также с историей России.

Печерский Вознесенский мужской монастырь расположен на восточной окраине исторического центра г. Нижнего Новгорода, неподалеку от стен Нижегородского кремля, ниже по течению р. Волги. Он был основан в 1328–1330 гг. монахом, выходцем из Киево-Печерского монастыря Дионисием. К концу XVI в. Печерский монастырь сформировался уже как крупный ансамбль, включающий 6 храмов [1].

18 июня 1597 г. древний монастырский ансамбль был уничтожен катастрофическим оползнем. По сообщению нижегородского летописца, были разрушены каменные храмы: Вознесенский, Николая чудотворца, Бориса и Глеба, Сергия Радонежского. Разрушены были также святые врата, здания келий и другие хозяйственные монастырские строения. Возобновлять монастырь на прежнем месте посчитали опасным и тогда уже в конце XVI в. монастырь был возобновлен в деревянных строениях на средства из государевой казны на новом месте – на расстоянии чуть более километра к западу от первоначального его положения. Созданный в короткие сроки (к началу XVIII в.) ансамбль монастыря отличается целостностью и единством архитектуры, что связано с именем его создателя – мастера каменных дел Антипой Константиновым [2].

Конфигурация монастыря в плане не имеет четко выраженной геометрии. Это сложной формы многоугольник, вытянутый с запада на восток вдоль крутого склона горы и берега реки. В восточной части поставлены друг за другом на продольной оси два главных здания монастырского ансамбля – Вознесенский собор и трапезная палата с Успенской церковью. С западной стороны границей участка является здание надвратной церкви Евфимия Суздальского. В северной части монастыря сосредоточены все жилые здания монастырского ансамбля. Северо-западный угол занимает трехэтажное здание архиерейских палат. С востока к нему

примыкает двухэтажное протяженное здание северного братского корпуса келий с Петропавловской церковью. В восточной части поставлено также двухэтажное поперечно ориентированное здание восточного корпуса келий с проездной аркой восточных ворот монастыря.

На территории монастыря сохранились все каменные здания, построенные в XVII в. Однако уже в XVIII–XIX вв. имеют место перестройки и утраты, изменившие первоначальный облик памятников. Утрачены некоторые постройки (часть монастырской ограды и келий архимандрита, а также Покровская надвратная церковь). В течение последующих столетий проводился ряд ремонтно-реставрационных работ на отдельных постройках.

На основе анализа выявлены 4 основных этапа реставрации монастырского ансамбля:

1) реставрация конца XIX – начала XX вв (1917 г.);
2) перестройки советского периода: 1917–1960-е гг.;
3) реставрационная деятельность ГСНРПМ: 1960–1980-е гг;
4) современное возрождение: конец XX – начало XXI вв.

Постепенное возрождение монастыря началось в 1887 году. Во время краткого настоятельства епископа Димитрия в монастыре велись активные ремонтные работы. Была создана комиссия для возобновления зданий Печерского монастыря, начат сбор пожертвований с монастырей и церквей Нижегородской епархии, после чего начались ремонтно-восстановительные работы отдельных зданий Печерского монастыря.

Так продолжалось до наступления советского периода. На смену возрождения обители пришло ее закрытие в 1923 г. В 1925 г. Печерский монастырь привлек внимание центральных музейных органов и со всеми постройками и землею был передан в ведение Губмузея. Организация была призвана охранять исторические и культурные ценности, однако, в отношении монастыря произошло обратное: ризница была разграблена, здания стали использоваться под жилье и различные хозяйственные нужды. К середине XX в. были утрачены некоторые из построек, а в 1946 г. часть зданий была передана мебельной фабрике.

Осознание ценности и уникальности архитектурного ансамбля советскими властями произошло только в 1960 году, вследствие чего ему присвоили статус памятника архитектуры республиканского значения. Вторая попытка возрождения и реставрации обители начались после перевода сюда в 1971 году Горьковской специальной научно-реставрационной проектной мастерской (ГСНРПМ), руководителем которой был главный архитектор С. Л. Агафонов [5].

В 1970 г. была проведена реставрация восточного корпуса келий по проекту архитектора В. Я. Чащина. Здесь разместились административные помещения ГСНРПМ. В 1970 г. была отреставрирована бывшая Петропавловская церковь и северная стена монастырской ограды.

Надвратная Евфимьевская церковь, которая была приспособлена в советское время под жилье, реставрировалась архитектором В. А. Широковым в 1972–1974 гг. В 1975 г. проводилась частичная реставрация Покровской церкви, в ходе которой была восстановлена главка, раскрыт вход в церковь, восстановлены лестница и арка ворот.

Реставрация главного Вознесенского собора проводилась в 1975–1978 гг. по проекту архитекторов Л. И. Пименова и Г. А. Широковой. Реставрировался сам собор и большая часть южной галереи, связывающей собор с трапезной палатой, а также колокольня. В 1982 г. архитектором К. В. Савиновым был составлен

проект реставрации трех южных башен монастыря. В соответствии с принципами стилевой реставрации зданиям был возвращен их «первоначальный» облик. Работы по реставрации Успенской церкви проводились и в 1980-е гг. В ходе реставрации были восстановлены в прежних габаритах оконные проемы, заложены вновь прорубленные. Было восстановлено позакомарное покрытие четверика. Автор проекта реставрации – архитектор О. Е. Сундиева. Однако в дальнейшем, спустя десятилетие, к 1994 году большинство монастырских зданий и сооружений вновь нуждались в ремонте и реставрации и имели полуразрушенный вид.

Ситуация резко изменилась после передачи монастыря Русской Православной Церкви и с приходом на Нижегородскую кафедру епископа Георгия. Жизнь монастыря стала переживать новый расцвет: были заключены договора на реставрацию архиерейского корпуса, святых врат, Петропавловского храма, надвратной Евфимьевской церкви, выполнен проект воссоздания гостиничного корпуса силами ООО ННПЦ «Практика».

Уже после передачи монастырского ансамбля в ведение Нижегородской епархии в НИП «Этнос» под руководством архитектора И. С. Агафоновой был разработан проект реставрации и приспособления здания архиерейских палат. Работы проводились в 2004–2007 гг. [5].

В 2004–2006 гг. вновь началось восстановление Успенской церкви. Был покрыт лемехом каменный шатер, проведена вычинка кирпичной кладки, перетирка стен известковым раствором. В настоящее время ведутся новые восстановительные работы по устройству интерьера здания.

В 2006 г. Печерским монастырем был заказан рабочий проект восстановления западного и южного крыльца Вознесенского собора и галереи. Заказ выполнили сотрудники ЗАО территориальной инвестиционной компании «Старый Нижний Новгород» [4].

Реставрация Надвратной церкви с примыкающим келарским корпусом, выполнялась в 2008 г. архитектурным бюро «Этюд (архитектор В. А. Широков). На стадии архитектурно-археологических обмеров проведен анализ ранее реставрированных участков, выявлены заложенные проемы, зафиксированы текущие трещины и разрушения, крупно зафиксированы детали.

Архиерейские палаты XVII века представляют особый интерес среди жилых построек монастыря. Реставрации их проводилась НИП «Этнос» (руководитель – главный архитектор И. С. Агафонова). Основным видом работ, проведенных на памятнике с момента работы ГСНРПМ и до начала XXI в., является реставрация с восстановлением первоначального облика с использованием сохранившихся архитектурных деталей и исторических фотографий. Современная практика охарактеризована разработкой и реализацией научного проекта реставрации, а также пристальным вниманием к физическому состоянию памятника.

Одной из отличительных особенностей ансамбля Печерского монастыря было наличие четких границ, очерченных расположенными на рельефе стенами с угловыми башнями и богато украшенными Западными святыми вратами. Стены и башни монастырской ограды являются неотъемлемым элементом ансамбля монастыря, фиксируя границы его территории, и представляют особую ценность как пример оборонительных монастырских укреплений середины XVIII в. Проекты реставрации отдельных фрагментов стен выполнялись в 1970-е гг. под руководством архитектора С. Л. Агафонова, но со временем произошли значительные разрушения и утраты.

Северная башня на рубеже XVIII–XIX вв. была частично разобрана, а ее остатки

были соединены прямыми стенами с северо-восточным углом архиерейских палат. Включение Северной башни в структуру архиерейского корпуса на рубеже XVIII–XIX вв. в значительной степени изменило ее объемно-пространственные характеристики. Известно, что в 1968 г. выполнялись архитектурные обмеры башни сотрудниками ГСНРПМ. В настоящее время остатки стен Северной башни отремонтированы, деревянная надстройка восстановлена по фотографиям. Ремонтно-восстановительные работы и приспособление сооружения под современные нужды проводились в 2005 г. Эскизный проект реставрации был выполнен НИП «Этнос» в 2003 г. Авторы – архитекторы: И. С. Агафонова и П. Ю. Грошев.

В 2008 году нижегородским архитектурным бюро «Этюд» под руководством Н. П. Кудряшова был разработан проект восстановления утраченных частей монастырской ограды и хода по периметру стен, а также проект реставрации башен монастырской ограды. Работы проводились в 2008–2014 гг.

К настоящему моменту практически завершены восстановительные работы северо-западной башни с северным и западным фрагментами стен. Проект воссоздания стен разработан ООО «АР ГРУПП» в 2017 г.

В результате к 2021 г., к празднованию 800-летия Нижнего Новгорода весь контур монастырских стен восстановлен. Ансамбль Вознесенского Печерского монастыря вновь обрел облик целостного архитектурного ансамбля.

В обители регулярно проводятся паломнические туры к хранящимся здесь православным святыням XIV–XIX веков. Уникальным явлением стало создание «Аллеи Российской Славы» на территории монастыря, где установлены бюсты царей и императоров семьи Романовых. Все это делает монастырь еще более привлекательным для жителей Нижнего Новгорода и гостей нашего города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шумилкин, М. С. Нижегородское монастырское зодчество: монография / М. С. Шумилкин, С. М. Шумилкин, Т. В. Шумилкина ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2018. – 195 с. – ISBN 978-5-528-00263-7. – Текст : непосредственный.

2. Нижний Новгород : иллюстрированный каталог памятников истории и культуры федерального значения. Книга 2 / Правительство Нижегородской области, Управление государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области ; ответственный редактор А. Л. Гельфонд. – Нижний Новгород : Кварц, 2018. – 640 с. : ил. – (Объекты культурного наследия Нижегородской области). – 800-летию Нижнего Новгорода посвящается. – ISBN 978-5-906698-77-3 – Текст : непосредственный.

3. Агафонова, И. С. Проект реставрации архиерейских палат Нижегородского Печерского монастыря и его реализация / И. С. Агафонова, А. И. Давыдов // Электронная научная библиотека по истории древнерусской архитектуры, 2010. – URL: http://www.rusarch.ru/agafonova2.htm (дата обращения 12.04.2021). – Текст : электонный.

4. Тихон, Н. Древняя обитель: история Вознесенского Печерского мужского монастыря в жизнеописаниях его настоятелей. Том 3 / Н. Тихон. – Нижний Новгород, 2015. – 480 с. – Текст : непосредственный.

5. Государственный архив специальной документации Нижегородской области (ГКУ ГАСДНО) Фонд Р-5. Опись 1. Дело-65. Научно-технический отчет по реставрации – Печерский монастырь, г. Горький. – Текст : непосредственный.

SHUMILKIN Mikhail Sergeevich, candidate of architecture, associate professor of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

RESTORATION PRACTICE OF THE VOZNESENSKY PECHERSKY MONASTERY IN NIZHNY NOVGOROD

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: ist_arh@nngasu.ru
Key words: Nizhny Novgorod, Voznesensky Pechersky monastery, restoration of the monastery, stages of restoration of the monastery ensemble.

The article examines the history of the development of the Voznesensky Pechersky monastery, one of the most ancient complexes in the Nizhny Novgorod region. The main stages of the development of the architectural ensemble are analyzed and the main periods of its restoration are identified. The article describes the restoration work that was carried out at different historical stages with an indication of specific firms. The historical role of the monastery in the structure of the city is investigated, as well as its architecture.

REFERENCES

1. Shumilkin M. S., Shumilkin S. M., Shumilkina T. V. Nizhegorodskoe monastyrskoe zodchestvo [Nizhny Novgorod monastery architecture]: monografiya / Nizhegorod. gos. arkhitektur.- stroit. un-t – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2018, 195 p. – ISBN 978-5-528-00263-7.

2. Nizhny Novgorod. Illyustrirovanny katalog pamyatnikov istorii i kultury federalnogo znacheniya [Nizhny Novgorod. Illustrated catalog of historical and cultural monuments of the federal significance]. Kniga 2 / Pravit-vo Nizhegorod. oblasti, Upravlenie gos. okhrany obektov kultur. naslediya Nizhegorod. oblasti ; otv. red. A.L. Gelfond. – Nizhny Novgorod: Kvarts, 2018. 640 p.: il. - (Obekty kulturnogo naslediya Nizhegorodskoy oblasti). − 800-letiyu Nizhnego Novgoroda posvyaschaetsya. − ISBN 978-5-906698-77-3.

3. Agafonova I. S., Davydov A. I. Proekt restavratsii arkhiereyskikh palat Nizhegorodskogo Pecherskogo monastyrya i ego realizatsiya [Project of restoration of the bishops' chambers of the Nizhny Novgorod Pechersky monastery and its implementation]. Elektronnaya nauchnaya biblioteka po istorii drevnerusskoy arkhitektury, 2010 g. – URL: http://www.rusarch.ru/agafonova2.htm (data obrascheniya 12.04.2021).

4. Tikhon N. Drevnyaya obitel: istoriya Voznesenskogo Pecherskogo muzhskogo monastyrya v zhizneopisaniyakh ego nastoyateley [Ancient monastery: the history of the Voznesenskiy Pecherskiy monastery in the biographies of its abbots]. Vol. 3. – Nizhny Novgorod, 2015, 480 p.

5. Gosudarstvenny arkhiv spetsialnoy dokumentatsii Nizhegorodskoy oblasti [State archive of special documents of the Nizhny Novgorod region] GKU GASDNO, F. R-5, Op.1, D-65. Nauchno-tekhnicheskiy otchyot po restavratsii − Pecherskiy monastyr, g. Gorkiy [Scientific and technical report on restoration − Pechersky Monastery, Gorky].

© М. С. Шумилкин, 2021
Получено: 27.05.2021 г.

УДК 72.036

Е. О. ШИРОКОВА, аспирант кафедры архитектурного проектирования

ПОСТМОДЕРНИЗМ В АРХИТЕКТУРЕ ДЕЛОВЫХ ЦЕНТРОВ 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, деловые центры, частичный историзм, неоэклектизм, контекстуализм.

Приводится анализ произведений постмодернизма на примере деловых центров в крупных городах разных регионов России (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Казань, Екатеринбург, Новосибирск, Уфа) конца XX – начала XXI вв. На конкретных примерах показаны характерные черты и особенности стилистических направлений постмодернизма.

В продолжающуюся эпоху постмодернизма в России одним из значимых типов сооружений остаются деловые центры. Поскольку постмодернизм отличается полистилизмом, то особый интерес вызывают стилистические особенности, характерные для рассматриваемых зданий. Современные бизнес-центры соединили в себе множество функций, стали новым типом общественных зданий, обеспечив различные потребности общества. Бизнес-центры приобрели универсальное качество, характерное для всех типов деловых отношений [1]. Здания для бизнеса строятся как в крупных городах страны, так и в небольших и являются центрами современной деловой жизни города, обладая такими главными функциями как управление и координация деловых процессов. С увеличением дохода у предпринимателей, возникновением крупных фирм, банковских структур возникла потребность строительства индивидуальных, отличающихся от конкурентов, выразительных зданий, архитектура которых выделяется на фоне рядовой городской застройки. Поэтому представляется важным выявить и оценить стилистические особенности, характерные черты постмодернистских произведений на примере бизнес-центров в ряде крупных российских городов: Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Нижнего Новгорода, Екатеринбурга, Новосибирска и Уфы.

Торгово-деловой центр «Китеж» (ныне Бизнес-центр «Легион III») на Киевской улице, вл. 3-7, 17 в Москве (*арх. А. В. Боков, Д. Буш, Т. Кирдина, 2005–2008 гг.*) является примером обращения авторов к *постмодернистской метафоре* как одному из стилистических течений постмодернизма (рис. 1 цв. вклейки). Бизнес-центр класса А находится вблизи Киевского вокзала, в центральной части города, на месте рынка 1990-х годов под первоначальным названием «Китеж» [2]. Как известно, Китеж – это мифологический город, ушедший под воду, но зданию название перешло по ностальгическим соображениям. Метафоричность выражается в символичности объекта («объект-символ») [3]. Расширяющийся кверху с острым углом объем вызывает ассоциации с художественным образом огромного корабля, вытянутая форма которого в плане обусловлена узким и протяженным участком, на котором необходимо было разместить максимальное количество площадей. Объем здания ограничен высотой вокзального купола

для сохранения силуэтных характеристик. Эффектным завершением здания является полукруглый выступающий объем. Вертикальное членение пилонами нижней части фасадов контрастирует с протяженными по горизонталям поездами и подчеркивает излом фасада. Динамичная композиция объема имеет ритмические и метрические членения. По фасаду располагаются разные клетки витражных каркасов, имитируя несущие конструкции. Чередующиеся прозрачные и непрозрачные стеклянные панели образуют горизонтальные ленты. Здание имеет сложную конструктивную систему с наклонными колоннами, шахтами и лестницами, смещающимися в разрезе. Остекление выполнено в сине-зеленых тонах с белым наклонными и вертикальными полосами.

Бизнес парк «Легион-I» на Ордынке, 40, в Москве, (*арх. П. Андреев, И. Римашевская, Л. Рязанов, С. Борисова, 1996–2005 гг.*) можно отнести к следующему стилистическому течению в рамках постмодернизма – *частичному историзму* (рис. 2 цв. вклейки). Здание расположено в историческом центре Москвы. Оно состоит из прямоугольного объема, перекрытого куполом в центральной атриумной части. Заглубления с трех углов образуют входные группы, ориентированные к центру композиции. Изгибы в плане отсылают к изгибам исторических улиц Москвы [4]. Используется принцип членения объема выступающими ризалитами. В композицию фасадов современного здания включены вставки-декорации на тему истории. Оранжевые колонны смело контрастируют со стеклянными поверхностями оконных проемов, дополнительно подчеркиваются карнизами и деталями зеленого цвета.

Административный и общественно-деловой комплекс «Невская ратуша» на ул. Новгородская, 20 в Санкт-Петербурге, (*арх. Е. Л. Герасимов, С. Э. Чобан, З. В. Петрова, 2010–2016 гг.*) является примером *контекстуализма* как важной стилистической составляющей постмодернизма (рис. 3 цв. вклейки). Комплекс находится в центральной части города. Главной целью проекта было создать открытую для горожан структуру, вписать административное здание в повседневную жизнь города. Внешний фасад обращен к Новгородской улице. Контуры здания выполнены в форме расширяющейся вглубь трапеции со слегка изогнутыми линиями восточного и западного фасадов, повторяющих изгиб Новгородской улицы. Перед фасадами имеется ряд высоких тонких колонн, не имеющих капителей и каннелюр, баз и энтазиса. Колонны «поддерживают» вынесенную решетчатую плиту покрытия. Боковые фасады украшены полуколоннами, пересекающимися с широкими фризами. Этот прием позволяет современному зданию легко адаптироваться к классицистическому контексту города. Объединенные попарно этажи создают квадратную каменную клетчатую структуру, заполненную стеклом. Клетки на первых двух этажах расчленены более дробно для сомасштабности с человеком. Трапециевидный план городской ратуши, расположенной между непараллельными улицами, имеет внутренний двор, в центре которого расположен цилиндрический объем с атриумом, соединенный со всеми корпусами переходами. Таким образом, в плане возникает крест и четыре внутренних двора (по углам). Колористическое решение комплекса выполнено в теплых оттенках облицовочного камня [5].

Офисное здание на ул. Б. Печерской, 40 в Нижнем Новгороде (*арх. Е. Н. Пестов, А. Н. Каменюк 1997–2017 гг.*) является примером *постмодернизма с элементами деконструкции* (рис. 4 цв. вклейки). Здание находится в историческом центре города на пересечении улиц Б. Печерской и Фрунзе. Новое здание является градостроительной доминантой, замыкающей перспективу

К СТАТЬЕ Е. О. ШИРОКОВОЙ «ПОСТМОДЕРНИЗМ В АРХИТЕКТУРЕ ДЕЛОВЫХ ЦЕНТРОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ»

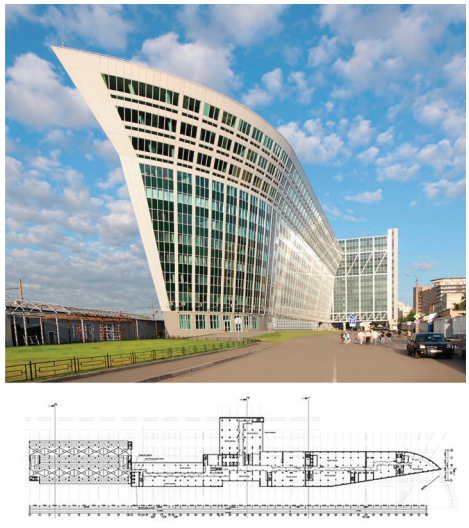


Рис. 1. Бизнес-центр «Легион III», ул. Киевская, вл. 3-7, 17, Москва (арх. А. В. Боков, Д. Буш, Т. Кирдина, 2005–2008 гг.), *метафора*

Рис. 2. Бизнес-парк «Легион-I» на Ордынке, 40, Москва, (арх. П. Андреев, И. Римашевская, Л. Рязанов, С. Борисова, 1996–2005 гг.), *частичный историзм*

Рис. 3. «Невская ратуша» на ул. Новгородская, 20 в Санкт-Петербурге (арх. Е. Л. Герасимов, С. Э. Чобан, З. В. Петрова, 2010–2016 гг.), *контекстуализм*

Рис. 4. Офисное здание на ул. Б. Печерской, 40 в Нижнем Новгороде (арх. Е. Н. Пестов, А. Н. Каменюк 1997–2017 гг.), *создание усложненного пространства*

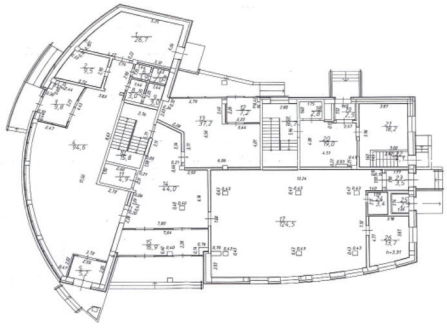


Рис. 5. Деловой центр «Наутилус», ул. Четаева, Казань, (арх. Ишин А. В. MOSTAF, 2014 г.), *метафора*

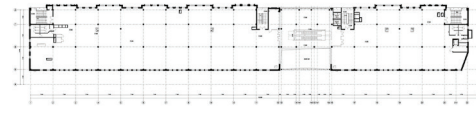


Рис. 6. Бизнес-центр по ул. Геодезической, Новосибирск, (арх. В. Н. Филиппов, Д. Кирюхин, Е. Филиппов, 2012–2016 гг.), *частичный историзм*

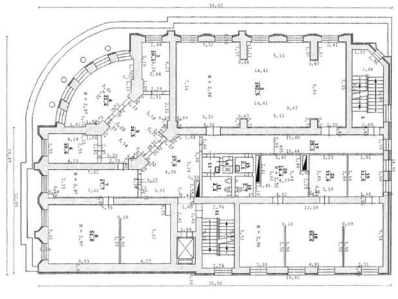


Рис. 7. «Корин центр», пр. Ленина, 20 А, Екатеринбург (арх. Н. Новичкова, 2008 г.), *частичный историзм*

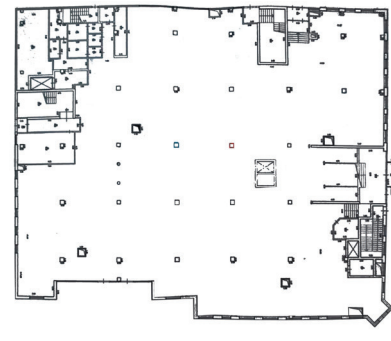


Рис. 8. Бизнес-центр Нестеров на Верхнеторговой пл., 6 в Уфе, 2016, *частичный историзм*

старой улицы. Оно эффектно завершает угол квартала и имеет активный силуэт. Здание контрастирует с окружающей исторической разновременной застройкой своим масштабом и необычной деконструктивистской формой. Тем не менее оно вписано в контекст, так как ведет колористический диалог с административным зданием напротив (*арх. Е. Н. Пестов, А. Е. Харитонов, И. Н. Гольцев, С. Г. Попов, худ. Г. И. Курицин, 1993–1996 гг.*). Скульптурная динамичная композиция состоит из трех объемов, выделенных разным цветом: белым, серым и изумрудно-зеленым. Четырехэтажный белый параллелепипед перфорирован прямоугольными окнами. Он поднят над землей на колоннах. Входная группа в нем выделена трехэтажным порталом. Серый девятиэтажный объем с наклонными стеклянными трапециями со стороны Б. Печерской огибает угол и накладывается на белый параллелепипед и зеленую башенную композицию. Пластичный криволинейный объем расчленен горизонтальными зелеными поясами для выявления этажности и формы. Криволинейность фасадов отражена и в планах, которые по мере роста этажности становятся незамкнутыми треугольниками с мягкими углами. Постмодернистская усложненная слоистость фасадов характерна для данного объекта: белый и серый объемы как бы обертывают хрупкий стеклянный объем, как бы защищая его [6].

Деловой центр «Наутилус» на ул. Четаева в Казани, (*арх. Ишин А. В. MOSTAF, 2014 г.*) является примером постмодернистской *метафоры* (рис. 5 цв. вклейки). Бизнес-центр расположен в Ново-Савинском районе, в центре жилого массива на пересечении двух магистралей Абсалямова–Четаева. По градостроительному плану здание завершает пешеходную рекреационную зону, которая проходит вдоль улицы Абсалямова. Поэтому здание имеет сквозной проход с улицы в рекреацию. В архитектуре здания соединена тематика природы и водной глади. Динамичная композиция, заданная наклонными стенами, криволинейная форма завершения и отделка «под дерево» напоминают парус. Фасад представляет собой стеклянное основание, на которое накладываются глухие поверхности с небольшой перфорацией в виде окон. Двухчастная планировочная структура состоит из двух соединенных объемов в виде полумесяца со скошенным краем и прямоугольника с одной выпуклой радиальной гранью.

Бизнес-центр по ул. Геодезической в Новосибирске, (*арх. В. Н. Филиппов, Д. Кирюхин, Е. Филиппов, 2012–2016 гг.*) также является примером *частичного историзма* (рис. 6 цв. вклейки). Здание бизнес-центра расположено в центральном районе города. Участок расположен между общежитием НГТУ, торговым комплексом «Метромаркет» и административным зданием. Планировочно здание состоит из двух разновеликих объемов, имеющих прямоугольную вытянутую форму, соединенных атриумным пространством. Два подземных этажа предназначены под автостоянку. Входы в бизнес-центр организованы по улице Геодезической и с торца, обращенного к метро. Композиционно это вытянутый вдоль улицы объем, разделен на ряд цветных фасадов, напоминающих небольшие голландские домики. Атриумная часть выполнена в современной стеклянной оболочке. Объемы лестниц также выполнены в стекле, как и первый этаж по всей длине комплекса. Колористическая композиция напоминает своего рода декорацию, характерную для облика исторических улиц Амстердама или Брюгге.

«Корин центр», пр. Ленина, 20А в Екатеринбурге (*арх. Н. Новичкова, Екатеринбурггорпроект, 2008 г.*), является примером *частичного историзма* (рис. 7 цв. вклейки). Бизнес-центр также находится в центральном районе. Здание фиксирует угол квартала, является акцентным (за счет повышения этажности относительно примыкающих зданий). Главным композиционным элементом

выступает большое крытое атриумное пространство холла, которое завершается стеклянным куполом. Скругленный угол, выходящий на перекресток, формирует входную группу, над которой нависает глухой массивный объем (высотой почти в этаж). Над входом расположена ротонда с четырьмя колоннами высотой в два этажа. Боковые фасады имеют горизонтальное членение в виде широких поясков. Здание композиционно вписано в историческую застройку. Высоту соседнего здания фиксируют пояски на уровне верха второго этажа. Колористическое решение выполнено в светло-коричневых цветах со светлыми декоративными элементами. Планировочное решение – компактное с парадной (диагональной) входной зоной.

Бизнес-центр «Нестеров» на Верхнеторговой пл., 6 в Уфе, 2016 г. является примером *частичного историзма* (рис. 8 цв. вклейки). Здание расположено в историческом и деловом центре города. Главный вход в здание расположен со стороны Верхнеторговой площади. На большой стеклянный параллелепипед по его периметру наложена двухэтажная декорация, отсылающая к поздней эклектике XIX века. Главный вход выделен порталом, образованным двумя четырехэтажными выступами (с крупномасштабным рустом в нижней части), которые поддерживают антаблемент. Скошенный угол, обращенный на Гостиный двор, повторяет композиционно угол соседнего двухэтажного, выполненного в модерне здания по адресу ул. Ленина 5/4. Здание бизнес-центра перекликается со своим историческим окружением, но имеет более упрощенный декор. Колористически объект выполнен в желто-зеленых тонах с красной скатной кровлей. Планировочная композиция представляет собой прямоугольник с небольшим заглублением со стороны главного входа и акцентным объемом эркера на углу.

Рассмотренные примеры деловых центров эпохи постмодернизма в России демонстрируют большую часть из известных шести направлений постмодернизма (по Ч. Дженксу) и его характерных черт, являются подтверждением актуальности данного стиля во многих городах России. В основном бизнес-центры расположены в центральной исторической части городов, но есть отдельные примеры, когда деловой комплекс может располагаться и на периферии. Эти здания композиционно, колористически (иногда стилистически) вписываются в городскую среду, они контекстны окружению, иногда имеют выразительную скульптурную композицию, привлекающую внимание. Частым приемом является наложение материальных (глухих/непрозрачных) форм с заимствованиями из истории на стеклянные поверхности современных фасадов. Постмодернизм объединяет историю с современностью, позволяет тактично вписать новое здание в сложившуюся застройку, вызывает различные образные ассоциации. Исторические формы и детали осмысливаются через призму современности. Художественные поиски архитекторов направлены на стилистическое и композиционное взаимодействие с контекстом и создание уникальных индивидуальных архитектурных объектов, которые отвечают своему времени и удовлетворяют современные потребности и вкусы людей. Архитектура постмодернистских бизнес-центров зависит от авторского замысла, местных особенностей региона, ближайшего окружения, места, но при этом ориентируется на новые технологии и тенденции, возникающие в столичных городах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гельфонд, А. Л. Деловой центр как новый тип общественного здания : монография / А. Л. Гельфонд ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2002. – 129 с. : ил. – ISBN 5-87941-210-5. – Текст : непосредственный.
2. Малинин, Н. Торгово-деловой центр «Китеж» / Н. Малинин. – Электронные текстовые данные. 2008. – URL: http://www.drumsk.ru/arch/detail.php?ID=4970 , свободный (дата обращения 18.04.2021). – Текст : электронный.
3. Михайлов, С. М. Гендерные метафоры в архитектурной среде современного города, Казань / С. М. Михайлов. – Текст : непосредственный // Известия КГАСУ. – 2017. – № 2 (40). – С. 86–94.
4. Тарабарина, Ю. Игра в прятки / Ю. Тарабарина. – Электронные текстовые данные. 2006. – URL: https://archi.ru/russia/2396/igra-v-pryatki, свободный (дата обращения: 18.04.2021). – Текст : электронный.
5. Старостина, А. Прозрачность империи / А. Старостина. – Электронные текстовые данные. 2017. – URL: https://archi.ru/russia/71742/prozrachnost-imperii, свободный (дата обращения: 18.04.2021). – Текст : электронный.
6. Орельская, О. В. Постмодернизм / О. В. Орельская, А. А. Худин – Нижний Новгород : Бегемот–НН, 2019, – 240 с. – (Стили в архитектуре Нижнего Новгорода = Styles in the architecture of Nizhny Novgorod; вып. 3). – ISBN 978-5-6042059-1-4. – Текст : непосредственный.

SHIROKOVA Elena Olegovna, postgraduate student of the chair of architectural design

POST-MODERNISM IN THE ARCHITECTURE OF BUSINESS CENTERS 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, business centers, partial historicism, neo-eclecticism, contextualism.

The article analyzes the works of postmodernism on the example of business centers in large cities of different regions of Russia (Moscow, St. Petersburg, Nizhny Novgorod, Kazan, Ekaterinburg, Novosibirsk, Ufa) of the late XX – early XXI century. Specific examples show the characteristic features and peculiarities of the postmodernism stylistic directions.

REFERENCES

1. Gelfond A. L. Delovoy tsentr kak novy tip obschestvennogo zdaniya [Business center as a new type of public building]: monografiya. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2002. P. 129.: il. – ISBN 5-87941-210-5.
2. Malinin N. Torgovo-delovoy tsentr “Kitezh” [Trade and business center "Kitezh"]. 2008. URL: http://www.drumsk.ru/arch/detail.php?ID=4970 (Data obrascheniya 18.04.2021).
3. Mikhaylov S. M. Gendernye metafory v arkhitekturnoy srede sovremennogo goroda, Kazan [Gender metaphors in the architectural environment of a modern city, Kazan]. Izvestiya KGASU [News of the Kazan State University of Architecture and Engineering], 2017. № 2 (40). P. 86–94.
4. Tarabarina Yu. Igra v pryatki [Game of hide and seek]. 2006. URL: https://archi.ru/

russia/2396/igra-v-pryatki (Data obrascheniya 18.04.2021).

5. Starostina A. Prozrachnost imperii [Transparency of the empire]. 2017. URL: https://archi.ru/russia/71742/prozrachnost-imperii. (Data obrascheniya 18.04.2021).

6. Orelskaya O. V., Khudin A. A. Postmodernizm [Postmodernism]. Nizhny Novgorod: Begemot–NN. 2019, 240 p. (Stili v arkhitekture Nizhnego Novgoroda [Styles in the architecture of Nizhny Novgorod]); vyp. 3). – ISBN 978-5-6042059-1-4.

© Е. О. Широкова, 2021
Получено: 12.05.2021 г.

УДК 721.011

К. С. ФИЛЬЧЕНКОВ, аспирант кафедры архитектурного проектирования

МОДЕЛИ ТРАНЗИТНОГО ПРОСТРАНСТВА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83; эл. почта: kirill.fil.ser@gmail.com
Ключевые слова: транзитное пространство, общественное пространство, городская среда, моделирование пространства.

Уточняется определение транзитного пространства с точки зрения пути, рассматриваются варианты моделей транзита, особенности их пересечения и взаимодействия со средой и пользователями.

Введение

Большая часть городской среды состоит из связей, которые плотной сетью объединяют все пространства жизнедеятельности человека. Они представляют собой сложную неравномерную структуру с набором правил и уникальными особенностями. Изучение такой системы пространств необходимо в первую очередь для обеспечения безопасности и удобства в постоянно изменяющейся и неизбежно усложняющейся среде.

Перемещение и жизнедеятельность человека проходит в пространствах, образованных природными и рукотворными объектами. Л. Салмин отмечает, что архитектура и градостроительство начинается с «умения оживлять пустоту, осваивать ее воображением, вливая в нее образы, значения и смыслы» [1]. Изучая особенности промежутка в архитектуре, М. В. Дуцев выделяет художественное, функциональное и символическое значение пустоты в архитектурной среде [2]. Пустое пространство не является бессмысленным, оно позволяет полноценно работать всей структуре взаимосвязанных пространств.

Городская среда является сложной системой, которую крайне трудно (если вообще возможно) изучать сразу единым комплексом. Для ее анализа необходимо деление целого на группы, объединенные какими-либо параметрами. Е. Н. Николаева предлагает использовать понятие «фрактала» по отношению к структуре города, что отражает всю его систему как комплекс из отдельных частей, которые в некотором смысле подобны целому [3]. Архитектурная среда может анализироваться на разных уровнях (город, район, квартал, здание), каждый из

которых при этом напрямую или косвенно связан друг с другом.

Под транзитными пространствами понимают переходную среду между начальной и конечной точками. Они являются связующими структурами в системе городской среды. Следует отметить, что транзитными пространствами могут быть и пространства ожидания (где пользователь непосредственно не передвигается), которые способствуют организации перемещения (например, остановки городского общественного транспорта, вокзалы и другие транспортные узлы) или перемещаются сами (лифты, транспорт). Нахождение в транзитном пространстве характеризуется присвоением пользователю временного социального статуса – пешеход, водитель, пассажир и т. д. [4]. Этот статус накладывает на человека определенный набор правил и особенностей, которые задаются как социальными нормами, так и физическими ограничениями.

Транзитное пространство как часть пути

Прежде всего следует уточнить определение транзитного пространства. Дело в том, что практически любое пространство на разных уровнях может быть транзитным. Когда человек идет из офиса домой, то пространство улицы для него является переходной средой, а квартира – конечной точкой. В самой же квартире при перемещении в комнату коридор является транзитным пространством в данной цепочке. В помещении, чтобы подойти к какому-либо объекту, мы проходим расстояние от двери до цели, что тоже является частью пути внутри общей системы транзитов. Данный пример демонстрирует, что транзитное пространство – это, во-первых, элемент среды, в которой оно находится (город/дом/квартира/помещение), а, во-вторых, оно субъективно для конкретного пользователя и является частью его пути движения в конкретный момент времени.

Исходя из вышесказанного, можно уточнить определение: транзитное пространство – это пространство перехода между конечными пунктами, принадлежащее конкретному пути.

Нельзя говорить о том, что пространство по определению является транзитным в отрыве от траектории движения пользователя. Отрезок автомобильной трассы, проложенный в чистом поле, не становится транзитом просто потому, что является им по своей типологии. Для организации пути необходимы две точки – начальная и конечная. Между ними и появляется траектория движения, которая формирует транзитное пространство внутри общей среды, где происходит перемещение. Общественные пространства городской среды, как правило, многофункциональные, однако в некоторых случаях мы находимся в пространствах, которые рассчитаны только на транзит.

Моделирование существующей или проектируемой архитектурной среды позволяет подойти к ее анализу максимально объективно и дает возможность рассматривать большие и сложные системы пространств [5]. Такой подход подразумевает определенное упрощение, степень которого варьируется в зависимости от поставленной задачи.

С точки зрения модели транзит проще всего представить в виде непрерывной линии, по которой перемещается пользователь (рис. 1*а*). Она фактически является траекторией движения, которая пронизывает пустой объем между объектами и границами. Эта линия не всегда связана с физическими ограничениями, на ее протяжении могут быть свои правила и законы, регулирующие скорость и направление.

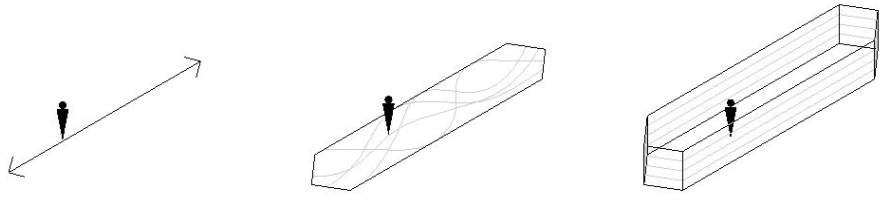
Такие линейные модели среды, используют, как правило, для общих схем и карт больших территорий, например, схем федеральной транспортной сети

и городских планов. Они максимально простые с точки зрения организации перемещения и в некоторых случаях могут быть очень наглядными.

Несмотря на формальное представление пути как линии, транзит фактически занимает определенную зону (рис. 1*б*). Ее габариты задаются в первую очередь размерами пользователей, на которых рассчитано данное пространство, а также их особенностями движения. Например, транзит для пешехода и для транспорта отличается габаритами и формой: если человек может относительно свободно перемещаться в горизонтальной плоскости под разными углами, то автомобилю, помимо пространства под собственные габариты, требуется место для маневра.

Представление транзитных пространств как зоны используется на подробных планах и схемах, где необходимы габариты и геометрические особенности среды.

В реальности же любое пространство, в том числе транзитное, занимает собой пустотелый объем, в котором происходит жизнедеятельность определенных пользователей с заданными трехмерными габаритами и особенностями движения (рис. 1*в*). Не каждый грузовик сможет проехать в компактном тоннеле, а в помещении нужны двери определенной высоты. Вертикальные коммуникации (лестницы, эскалаторы, лифты) также заставляют рассматривать среду в трех измерениях, к тому же перепады высот внутри транзита могут сильно повлиять на его восприятие пользователем.



а *б* *в*

Рис. 1. Модели транзита как: *а* – линии, *б* – зоны, *в* – объемы

С этой точки зрения транзит можно представить в виде коридора, который пронизывает пространство. В отличие от линии или зоны он имеет больше параметров и более сложен в моделировании, однако в отличие от предыдущих моделей он сильнее всего приближен к реальности.

Выбор модели зависит от конечной цели, пользователей, уникальных особенностей транзита и масштаба рассматриваемой среды. Например, с точки зрения проектирования сценарности для больших систем пространств, удобнее всего использовать именно линейные модели. Особенность пешеходных пространств заключается в том, что их транзиты относительно условны и свободны, в отличие от линий движения транспорта, что нередко заставляет прибегать к более сложным моделям для их анализа.

Взаимодействие городской среды и транзитного пространства

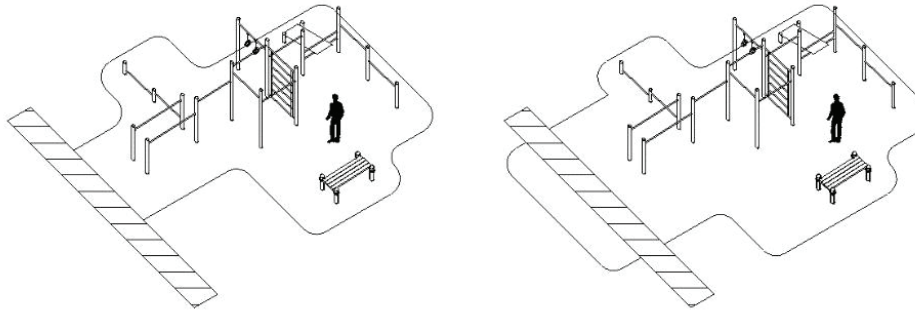
Транзит является неотъемлемой частью практически любой среды. К тому же, как было отмечено ранее, транзитное пространство представляет собой пространство перехода, принадлежащее конкретному пути. В среде нередко существуют заранее определенные проектировщиком (дороги) и социумом («народные» тропы) транзитные подпространства, направляющие вдоль себя основные потоки движения. Такие направляющие, как правило, созданы (или

самоорганизованы) для удобства и безопасности участников движения, а также для организации общей системы движения.

В качестве направляющих транзита используются как физические ограничения (границы), так и визуальные (особые покрытия, разметка, информационные знаки). Требования к таким пространствам могут отличаться в зависимости от пользователей, для которых они созданы. Например, пешеходы являются одними из самых неприхотливых участников движения в городской среде с точки зрения занимаемого объема, характеристик дорог и возможных маневров передвижения, однако среди них есть группы, требующие особые условия для перемещения (пожилые люди, маломобильные группы населения, дети, организованные компании людей и т. д.). Транспорту также необходимы определенные покрытия проезжей части и подходящие геометрические параметры транзита, причем иногда узкоспециализированные, которые могут противоречить комфорту и удобству других участников движения (как, например, железная дорога).

Изменение границ, элементов наполнения или покрытия часто связано с переходом в другое подпространство, что заставляет пользователя обратить внимание на новые условия и может доставлять дискомфорт. Такую неожиданную смену обстановки на протяжении транзита можно использовать на благо удобства, наглядности и безопасности.

В качестве примера пересечения транзита с другими пространствами можно рассмотреть два варианта визуального зонирования функционально и физически одинаковых территорий. На рис. 2 представлены варианты планировки уличной спортивной площадки. В первом случае ее особое покрытие не пересекается с транзитом (рис. 2*а*), а во втором – заходит на него (рис. 2*б*). Несмотря на то, что оборудование и его положение относительно дорожки абсолютно идентичны, в первом случае оно выглядит обособленно, а во втором – визуально сливается с пешеходным траффиком.



а *б*

Рис. 2. Взаимодействие транзитного пространства с визуальными границами функциональной зоны: *а* – примыкание; *б* – пересечение

Стоит также отметить, что все это относится в первую очередь к искусственным (антропогенным) пространствам. В природной среде существенно труднее выделить четкие подпространства (разделение на которые по определению искусственно и противоречит естественной среде) и практически невозможно определить функционал, так как он закладывается проектировщиками и пользователями.

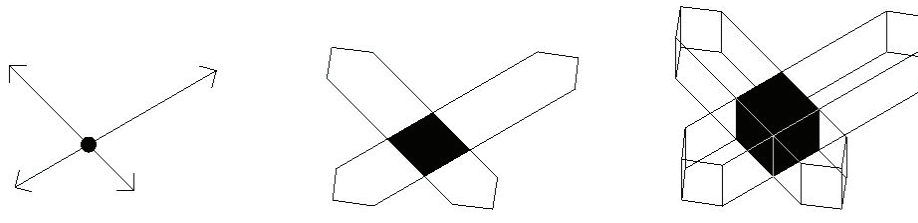
Взаимодействие транзитных пространств друг с другом

Пересечения транзитов является неотъемлемой частью любой системы пространств и имеет особый функциональный, визуальный, психологический и ментальный смыслы, к тому же нередко намеренно акцентируется. Фольклор многих народов отражает большое число мотивов и ситуаций, связанных с темой перекрестка. Его символизм связан с переходом, дверью, границей между мирами, выбором [6].

Скрещивание и наложение путей может быть важным узлом перехода между связями, но при этом часто является определенной зоной риска для пользователей. Пересечение выделенных транзитов, различных по своим параметрам, участников движения, как правило, нежелательно, так как является дискомфортным и иногда даже опасным. Это заставляет особенно продумывать такие узлы и их положение, по возможности минимизируя их число. Например, выделенные пешеходные и автомобильные пути пересекаются, как правило, в строго заданных местах – пешеходных переходах.

Простейшие модели транзитов, представленные в виде линий, моделируют взаимные пересечения как точку (или линию в случае совпадения части путей) (рис. 3*а*). Точка в принципе не содержит никакой информации, кроме своей координаты и понимания, к каким путям она принадлежит. В данной модели транзитная сеть по своей сути является конкретной математической абстракцией – графом, в котором ребра – это транзиты, а вершинами являются их пересечения.

Пересечения транзитов как зон и как пространственных моделей представляют собой двумерное и трехмерное подпространства соответственно (рис. 3 *б*, *в*). В этих случаях организуется среда, которая может обладать как схожими чертами со своими «родителями», так и уникальными.



а *б* *в*

Рис. 3. Пересечение моделей транзитов друг с другом: *а* – линейная модель, *б* – зона, *в* – пространственная модель

Положение человека в транзитном пространстве

В 2014 году исследование Эдварда Мозера, Мэй-Бритт Мозер и Джона О'Кифа было удостоено Нобелевской премии по физиологии и медицине. Они обнаружили серию геометрических решетчатых клеток внутри мозга крысы, в области, известной как энторинальная кора. Эти клетки, которые также присутствуют в человеческом мозге, действуют во многом как система GPS, позволяя нам мысленно создавать и запоминать пространственные карты и перемещаться по ним. Используя ускорение, скорость и перемещение, наш мозг записывает, как мы движемся в пространстве. Впоследствии мы можем воспроизвести с некоторой точностью пространственные параметры среды, в которой находились, опираясь не только на визуальную память, но и на базовые параметры положения

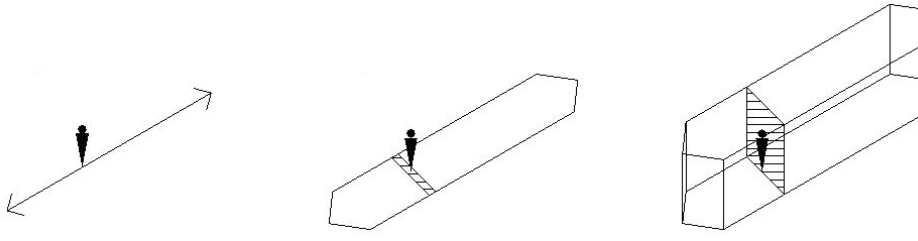
тела в моменты времени. «Основные компоненты системы пространственного восприятия формируются у млекопитающих еще до приобретения ими какого-либо опыта навигации» [7], что также говорит о нашей врожденной способности постоянного подсознательного «сканирования» пространства.

Стоит отметить, что на сегодняшний день существует разрыв между результатами нейробиологических исследований и применением этих знаний в архитектурной практике, однако исследования в данной области проводятся все чаще.

Положение пользователей в различных моделях транзитных пространств визуализируется по-разному и имеет свои особенности. В линейных моделях транзитов пользователи и их положение определяется точкой, принадлежащей линии пути. В некотором роде такое представление является одномерной системой координат, где положение зрителя задается значением расстояния до начала координат (начала пути) (рис. 4*а*).

В двумерной модели транзитного пространства (зоны) положение пользователя задается уже двумя координатами. В этом случае можно предусмотреть его область обзора и положение всех участников движения относительно друг друга, проанализировать возможные маршруты, их пересечения и взаимодействие со средой.

В трехмерной пространственной модели транзита положение зрителя задается тремя координатами, тем самым предусматривается его положение по высоте относительно других пользователей, объектов и границ.



а *б* *в*

Рис. 4. Положение зрителя в различных моделях транзитов: *а* – линейная модель, *б* – зона, *в* – пространственная модель

Выводы

Из анализа литературы по архитектуре и градостроительству следует, что изучение городских пространств современных городов и развитие их планировочной и пространственной организации – достаточно востребованная тема как в западной, так и в отечественной урбанистике. Развитие среды жизнедеятельности невозможно без развития связей, составляющих большую часть практически любой искусственной среды.

Транзитное пространство нельзя рассматривать обособленно от среды и анализируемых траекторий движения. Оно является частью пути для конкретных пользователей, несмотря на наличие или отсутствие принятых типологий промежуточной среды.

Хорошее зонирование предусматривает максимальную связанность среды при минимальном пересечении транзитов с функциональными зонами и друг с другом. Поиск компромисса между транзитами разных участников движения и является основным способом создания комфортной среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Салмин, Л. Архитектура и градостроительство начинаются с детского умения оживлять пустоту : интервью журналу «Berlogos». 2016 / Л. Салмин. – URL: http://www.berlogos.ru/interview/leonid-salmin-arhitektura-i-gradostroitelstvo-nachinayutsya-s-detskogo-umeniya-ozhivlyat-pustotu (дата обращения: 10.04.2021). – Текст : электронный.

2. Дуцев, М. В. Концепция промежутка в современной архитектуре / М. В. Дуцев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2010. – № 1. – С. 122–127.

3. Николаева, Е. Н. Города как фрактальные перекрестки мира / Е. Н. Николаева. – Текст : непосредственный // Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований. – 2012. – № 3. – С. 92–106.

4. Яцутко, Д. Слово о транзитных пространствах. 2016. – URL: https://22century.ru/popular-science-publications/transitional-spaces (дата обращения: 10.04.2021). – Текст : электронный.

5. Фильченков, К. С. Зависимость связанности и проницаемости архитектурного пространства / К. С. Фильченков. – Текст : непосредственный // Сборник трудов аспирантов, магистрантов и соискателей / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – С. 169–173.

6. Мельникова, Е. В. Перекресток как образ дороги и символ выбора (на материале романа Ю. Г. Слепухина «Перекресток») / Е. В. Мельникова. – Текст : электронный // Филология и литературоведение. – 2016. – № 1. – URL: https://philology.snauka.ru/2016/01/1824 (дата обращения: 29.03.2021). – Текст : электронный.

7. Коржова, В. GPS в нашем мозге: Нобелевская премия по физиологии и медицине 2014. 2014 / В. Коржова. – URL: https://biomolecula.ru/articles/gps-v-nashem-mozge-nobelevskaia-premiia-po-fiziologii-i-meditsine-2014 (дата обращения: 10.04.2021). – Текст : электронный.

FILCHENKOV Kirill Sergeevich, postgraduate student of the chair of architectural design

MODELS OF TRANSITIONAL SPACE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: kirill.fil.ser@gmail.com
Key words: transitional space, public space, urban environment, space modeling.

The article clarifies the definition of the transitional space from the point of view of the path, considers variants of transitional models, the peculiarities of their intersection and interaction with the environment and users.

REFERENCES

1. Salmin L. Arkhitektura i gradostroitelstvo nachinayutsya s detskogo umeniya ozhivlyat pustotu [Architecture and urban planning begin with a child's ability to revive emptiness]. Intervyu zhurnalu “Berlogos”, 2016. URL: http://www.berlogos.ru/interview/leonid-salmin-arhitektura-i-gradostroitelstvo-nachinayutsya-s-detskogo-umeniya-ozhivlyat-pustotu (data obrascheniya: 10.04.2021).

2. Dutsev M. V. Kontseptsiya promezhutka v sovremennoy arkhitekture [The interval concept in modern architecture] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2010. № 1. P. 122–127.

3. Nikolaeva E. N. Goroda kak fraktalnye perekrestki mira [Cities as fractal crossings of the world] // Labirint. Zhurnal sotsialno-gumanitarnykh issledovaniy [Labyrinth. Journal of Social and Humanitarian Research]. 2012. № 3. P. 92–106.

4. Yatsutko D. Slovo o tranzitnykh prostranstvakh [Word on transitional spaces], 2016. URL: https://22century.ru/popular-science-publications/transitional-spaces (data obrascheniya: 10.04.2021).

5. Filchenkov K. S. Zavisimost svyazannosti i pronitsaemosti arkhitekturnogo prostranstva [Dependence of connectivity and permeability of architectural space] / Sbornik trudov aspirantov, magistrantov i soiskateley [Collection of works of graduate students, undergraduates and co-applicants]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019. P. 169–173.

6. Melnikova E. V. Perekryostok kak obraz dorogi i simvol vybora (na materiale romana Yu.G. Slepukhina “Perekryostok”) [A crossroad as an image of a road and a symbol of choice (based on the novel by Yu. G. Slepukhin “Crossroads”)] // Filologiya i literaturovedenie [Philology and Literary Studies], 2016, № 1. URL: https://philology.snauka.ru/2016/01/1824 (data obrascheniya: 03/29/2021).

7. Korzhova V. GPS v nashem mozge [GPS in our brain]: Nobelevskaya premiya po fiziologii i meditsine 2014. 2014. URL: https://biomolecula.ru/articles/gps-v-nashem-mozge-nobelevskaia-premiia-po-fiziologii-i-meditsine-2014 (data obrascheniya: 10.04.2021).

© К. С. Фильченков, 2021
Получено: 28.04.2021 г.

УДК 721.01

А. В. ЦОРИК, ст. преподаватель кафедры теории архитектуры и профессиональных коммуникаций

АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»
Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 23.
Тел.: (343) 371 33 69; эл. почта: alyona.tsorik@mail.ru
Ключевые слова: архитектурно-художественная идентичность города, идентичность в архитектуре и градостроительстве, идентичность места, образ города.

На примере трех городских пространств: набережной крупной градообразующей реки, поймы малой реки и лесного парка – рассматриваются подходы к выявлению идентичности природных территорий в структуре поселений. В основу используемых подходов заложены семь «слоев» исследовательской модели архитектурно-художественной идентичности города (ранее разработанной автором): структурно-каркасный, оронимический, вернакулярный, топонимический, ориентирующий, художественно-эстетический и социокультурный.

Введение

Подход к поиску идентичности городских территорий не в плоскости информационно-смыслового поля, а в пространстве предметной среды основан на обобщении и сравнительном анализе концепций идентичности в контексте смежных с архитектурой наук и литературы, посвященной исследованиям образа города, образа места и эстетики города. В качестве концептуальной основы понятия

«образ города» можно выделить следующие ключевые группы концептов: «пути, границы, районы, узлы и ориентиры» [1]; «пути, связи, смыслы и формы» [2]; «смысл города (данный при основании), характер ландшафта, принцип освоения пространства, особенности прочтения планировки, общий характер застройки, места-символы города» [3].

Синтез выявленных концептов и общенаучных трактовок понятия «идентичность» позволил выделить семь слоев городской среды, которые составляют архитектурно-художественную идентичность города: структурно-каркасный, оронимический, вернакулярный, топонимический, ориентирующий, художественно-эстетический и социокультурный [4].

Концептуальная исследовательская модель архитектурно-художественной идентичности города представляет собой взаимодействие семи перечисленных слоев в иерархической системе.

Данная модель характеризует совокупность только тех объектов и мест, своеобразие которых актуально в масштабах целого города и которые могут составить его смыслообразный каркас. Поэтому данная модель в полном объеме не применима для поиска идентичности отдельных городских территорий, в особенности природных. Однако мы можем использовать для анализа городских пространств отдельные «слои» данной исследовательской модели в различных комбинациях – в зависимости от специфики рассматриваемой территории и ее градостроительного контекста.

В контексте выявления идентичности городских пространств «необходимо говорить не об отдельных зданиях или даже отдельных фрагментах застройки, а об архитектурной среде или, как принято в последнее время, о культурных ландшафтах, которые включают как природные, так и рукотворные компоненты» [5, с. 139]. Очевидно, что степень взаимодействия этих групп компонентов напрямую влияет на характер идентичности. Для территорий, в которых главенствуют природные компоненты, подход к поиску архитектурно-художественной идентичности может иметь свои особенности.

Рассмотрим на практических примерах возможные варианты подходов к поиску архитектурно-художественной идентичности природных территорий различного типа: набережной крупной градообразующей реки, долины малой реки и лесного парка в структуре городской среды.

Набережная крупной градообразующей реки

Архитектурно-художественная идентичность набережной крупной градообразующей реки была рассмотрена на примере реки Камы в городе Сарапул (Удмуртская республика) в рамках разработки концепции комплексного благоустройства набережной.

Для понимания образа города важно выделить смысл его основания [3]. Крупные реки, на которых изначально был основан город, напрямую связаны с этим смыслом. Градообразующая река – важнейший «стержень» смыслообразного каркаса, который «нанизывает» на себя смыслы и образы от самого основания города. Поскольку река в данном случае – место сосредоточения историко-культурного своеобразия города, основой для поиска архитектурно-художественной идентичности места стал *ориентирующий слой*, составляющий культурно-исторический каркас города, а также *структурно-каркасный слой*, связанный с утраченными особенностями исторической планировки поселения.

Составление схемы культурно-исторического каркаса набережной (рис. 1 цв. вклейки) позволило определить перспективы его развития, важной задачей

которого является восстановление пешеходных и визуальных связей города с набережной реки Камы, заложенных в генеральный план и утраченных в советский период.

Проведенный ретроспективный анализ, а также анализ нематериального культурного наследия позволили определить смыслообразное наполнение нового исторического сквера на набережной реки Камы в городе Сарапуле. Концепция сквера может быть связана с созданием смысловой «временной петли» основных исторических этапов развития города, проиллюстрированной последовательным представлением самых ярких образов, относящихся к нематериальному культурному наследию города: крепости села Вознесенского, четы купцов Башениных, советской разведчицы Маргариты Воронцовой (Коненковой) и продукции Сарапульского завода имени Орджоникидзе.

Долина малой реки в структуре городской среды

Архитектурно-художественная идентичность долины малой реки в структуре городской среды была рассмотрена на примере реки Подборенки в городе Ижевске (Удмуртская республика) в рамках разработки концепции мастер-плана интеграции пойменной территории и городской среды.

Малые реки в городах – явление, которое постепенно утрачивается. До сих пор во многих случаях малая река воспринимается как препятствие и барьер, поэтому либо реки заключают в трубу и долины застраивают, либо эти долины малых рек становятся зонами отчуждения, даже если они находятся в границах центральной части города, как в рассматриваемом примере.

Поскольку малые реки не связаны со смыслом основания города, их культурно-историческое своеобразие неочевидно. Выключенность территории долин малых рек из городской ткани также ставит под вопрос и социокультурное своеобразие. Тем не менее вдоль реки расположено множество исторически, культурно и социально значимых для города объектов и мест, поэтому основой для поиска архитектурно-художественной идентичности территории стал *ориентирующий слой*. А так как река Подборенка является также местом «встречи» двух вернакулярных районов, *вернакулярный слой* становится сопутствующим.

Картирование расположенных вдоль реки объектов и мест, исторически, культурно и социально значимых для города, позволило определить, что исторические и социокультурные смыслы и образы, относящиеся к Подборенке, «разряжаются» и трансформируются от самого насыщенного узла возле ее устья до «заповедного» у истока. Если сгруппировать имеющиеся образы Подборенки в смысловые зоны, которые «нанизаны» на каркас в виде реки, получается следующая логическая последовательность (смыслообразный каркас): *репрезентативный узел – художественный узел – социокультурный узел – локальный узел – созидательный узел* (рис. 2 цв. вклейки).

Репрезентативный узел является концентрацией исторических образов и смыслов; это обобщение официального образа города, связанного с историческими артефактами и публичным представлением пространства. Художественный узел вбирает в себя художественные образы и смыслы – это обобщение художественного образа города, связанного с практиками искусства и метафорическим осмыслением пространства. Социокультурный узел представляет собой концентрацию уникальных социальных практик – это обобщение «общественного» образа города, связанного с взаимодействием горожан между собой и пространством для новых социальных практик. На территории локального узла уже утрачены существующие образы и смыслы, но еще не сформированы новые. Созидательный

К СТАТЬЕ А. В. ЦОРИК «АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ»

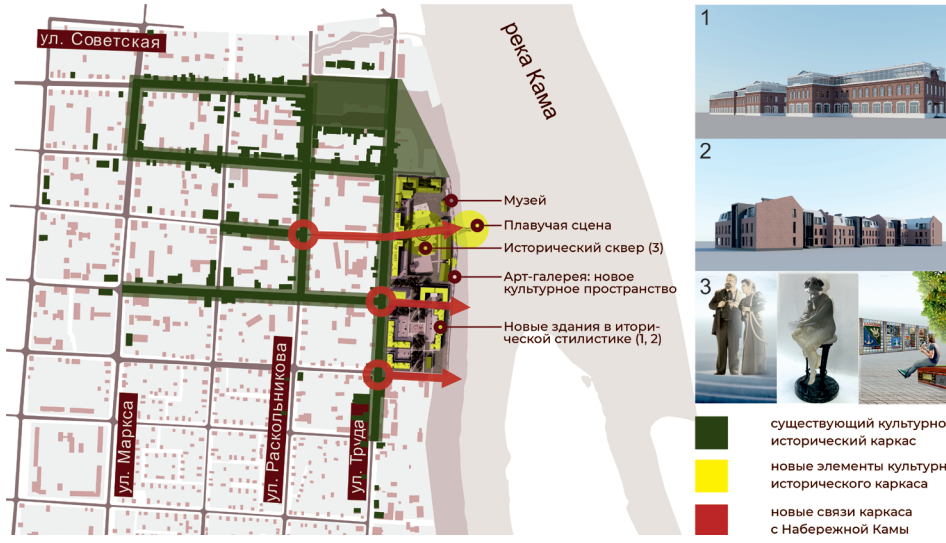


Рис. 1. Развитие культурно-исторического каркаса города Сарапул

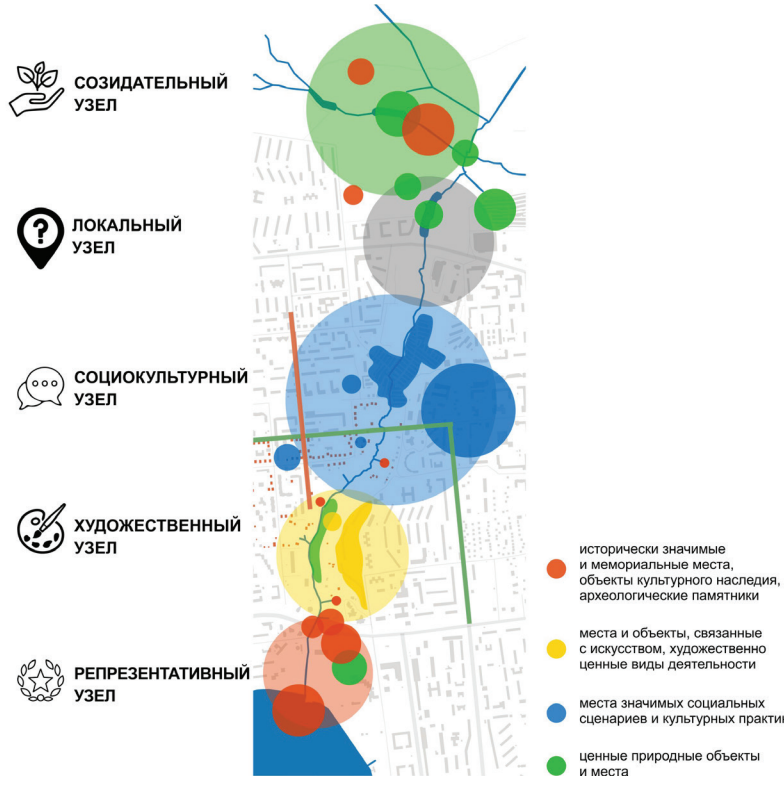


Рис. 2. Смыслообразный каркас реки Подборенки в Ижевске

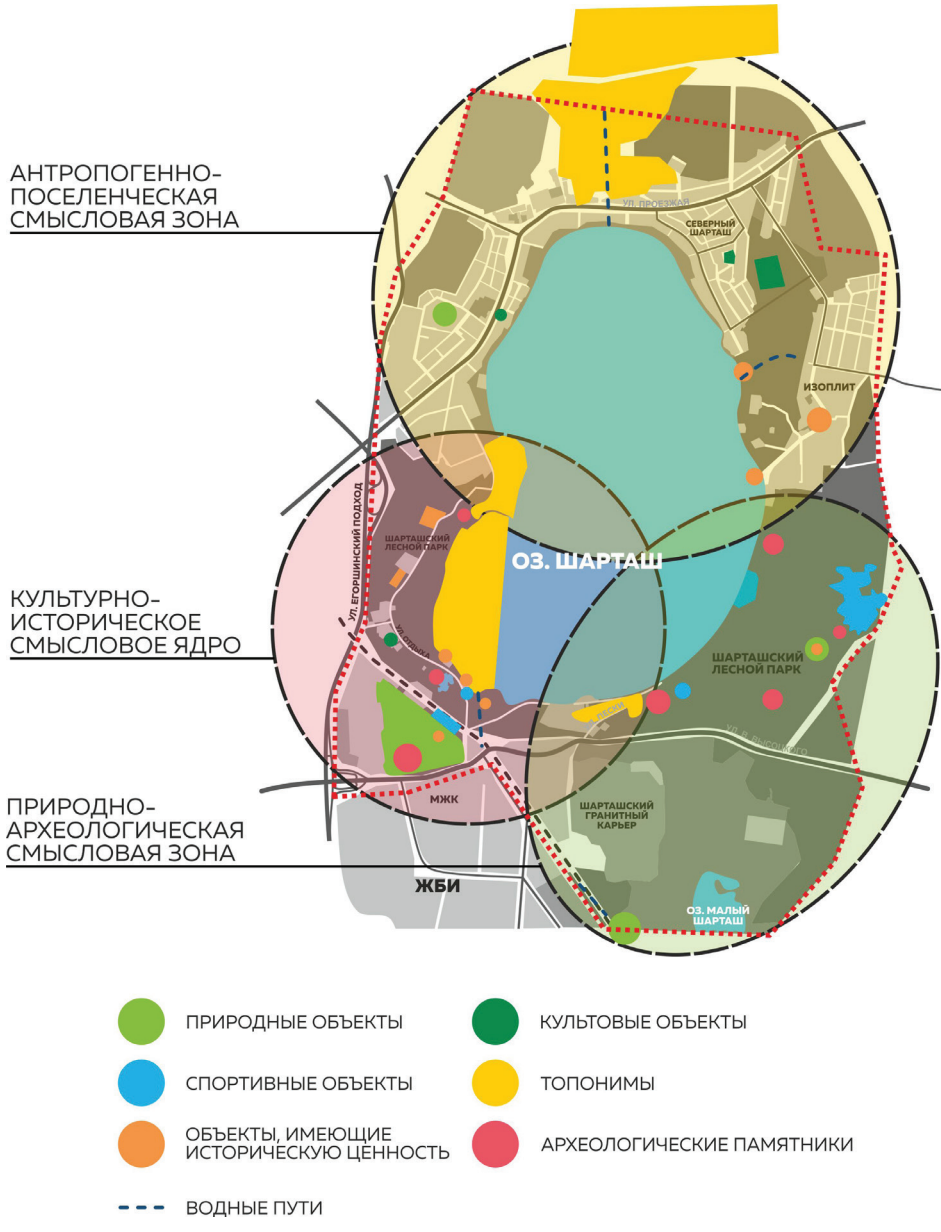


Рис. 3. Смыслообразный каркас территории в окрестностях озера Шарташ

узел характерен уникальным соседством ценного природного комплекса и обширной территории захоронений, архитектурное вмешательство для которых нежелательно – это обобщение природного образа города, связанного с практиками созидания и осмысления пространства горожанами.

Территория лесного парка в городской среде

Архитектурно-художественная идентичность территории лесного парка в городской среде была рассмотрена на примере Шарташского лесного парка в Екатеринбурге в рамках разработки мастер-плана регионального рекреационно-оздоровительного кластера на базе данной территории.

Поиск своеобразия природных территорий затруднен. С одной стороны, ландшафтное своеобразие можно определить посредством анализа физической среды, с другой стороны, культурно-исторические и социокультурные особенности территории обычно определяют «невидимую» («ментальную») составляющую пространства, ведь деятельность человека на природных территориях, как правило, не выражена. Более того, реализация найденных смыслов и образов в объектах благоустройства природных территорий также должна осуществляться более осторожно, чтобы не нарушить баланс между использованием и сохранением природного ландшафта.

Поэтому основанием для поиска архитектурно-художественной идентичности данной территории стала *совокупность всех семи слоев*, но «через призму» первостепенного значения природного окружения.

Чтобы выявить особенности культурного ландшафта территории, было проведено подробное исследование объектов и мест, имеющих культурное значение, мемориальную или общественную ценность (в том числе утраченных). Группировка объектов культурного ландшафта по их типу позволила выявить три ключевых зоны смыслообразного каркаса территории: *культурно-историческое смысловое ядро, природно-археологическую смысловую зону и антропогенно-поселенческую смысловую зону* (рис. 3 цв. вклейки).

Каждая их этих территорий, в зависимости от типа культурного ландшафта, требует различного подхода, не нарушающего исторически сложившиеся особенности ее развития.

Культурно-историческое ядро является объединением множества исторических смыслов и культурных слоев (разного типа и периодов); это самая насыщенная зона, наиболее ярко характеризующая озеро Шарташ и Шарташский лесной парк. В связи с этим рекомендуемая направленность зоны – репрезентативная, культурно-просветительская. Природно-археологическая зона наименее затронута деятельностью человека, что позволяет сделать ее заповедной (единственные следы человеческого вмешательства – бывшие карьерные выработки); в связи с этим рекомендуемая направленность зоны – заповедная, ограниченно-рекреационная. Антропогенно-поселенческая зона в большей степени связана с историей поселений и предприятий, утраченных и существующих; в связи с этим рекомендуемая направленность зоны – активная рекреация, «буфер» между городом и природой.

Выявление смыслообразного каркаса территории и сложившихся сценариев ее использования позволили выделить тематическую направленность зон и режимы их использования, на основании которых можно разрабатывать схему функционального зонирования. Для поиска визуальных образов, которые могут быть заложены в основу архитектурных решений, можно использовать как природные, так и исторические (антропогенные) аналогии с учетом связи со

смысловой зоной.

Заключение

Последовательный поиск идентичности природных территорий различного характера, расположенных в структуре городской среды: набережной крупной реки, долины малой реки и лесного парка – позволил выявить как общие, так и отличительные черты в работе с этими территориями. Для каждой из данных территорий можно определить физическое (ландшафтное и архитектурное), культурно-историческое и социокультурное своеобразие. Однако в зависимости от специфики территории акценты могут быть расставлены по-разному, то есть основой для поиска архитектурно-художественной идентичности могут становиться разные «слои» модели либо их сочетание.

Для поиска архитектурно-художественной идентичности природных территорий были использованы следующие общие приемы: ретроспективный анализ территории; анализ исторически сложившейся трассировки улиц; анализ объектов и мест, имеющих культурное значение или обладающих нераскрытым потенциалом, мемориальной или общественной ценностью, анализ существующих зон активности городских сообществ, социальных сценариев и культурных практик.

На основании совмещения данных, полученных в результате этих вариантов анализа, формировался смыслообразный каркас территории, который может являться основанием для функционального зонирования территории, идентичного месту. Для поиска визуальных образов, которые могут быть применены при создании новых архитектурных решений, идентичных месту проектирования, были использованы визуальные образы, связанные с природным окружением, с производством (механизмами, технологией, сырьем, конечной продукцией), с историческими событиями, артефактами, личностями и даже метафорами, относящимися к конкретной территории. Наиболее содержательно сложные архитектурные концепции могут быть сформулированы на основании синтеза разносторонних смыслов и образов территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Линч, К. Образ города / К. Линч. – Москва : Стройиздат, 1982. – 328 с. – Текст : непосредственный.
2. Конева, Е. В. Семантический путь города Екатеринбурга : 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Конева Екатерина Валерьевна. – Екатеринбург, 2003. – 235 с.
3. Игнатьева, И. А. Развитие образа исторического города : 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Игнатьева Ирина Анатольевна. – Новосибирск, 2000. – 200 с.
4. Цорик, А. В. Архитектурно-художественная идентичность Екатеринбурга / А. В. Цорик // Архитектон: известия вузов. – 2019. – № 4 (68). – URL: http://archvuz.ru/2019_4/2 (дата обращения: 10.12.2020). – Текст : электронный.
5. Гельфонд, А. Л. Город у реки. Идентичное и глобальное / А. Л. Гельфонд. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2017. – № 4 (44). – С. 137–141.

TSORIK Alyona Vyacheslavovna, senior teacher of the chair of theory of architecture and professional communications

ARCHITECTURAL AND ARTISTIC IDENTITY OF NATURAL SITES IN URBAN ENVIRONMENT

Ural State University of Architecture and Art
23, Karl Liebknecht St., Ekaterinburg, 620075, Russia. Tel.: +7 (343) 371 33 69;
e-mail: alyona.tsorik@mail.ru
Key words: architectural and artistic identity of a city, identity in architecture and urban planning, place identity, image of a city.

The article reviews approaches to uncovering identity of natural sites in the structure of settlements by the example of three city areas: riverwalk of a large city-forming river, bottomland of a small river and a forest park. The used approaches are based on seven "layers" of a research model of architectural and artistic identity of the city (previously developed by the author): structural-framed, oronymic, vernaculus, toponymic, orienting, artistic-aesthetic and sociocultural.

REFERENCES

1. Lynch K. Obraz goroda [The image of the city] / Moscow: Stroyizdat, 1982, 328 p.
2. Koneva E. V. Semanticheskiy put goroda Ekaterinburga [The semantic path of the Yekaterinburg city] : 18.00.01 : diss. na soiskan. uchyon. stepeni kandid. arkhitektury / Yekaterinburg, 2003, 235 p.
3. Ignateva I. A. Razvitie obraza istoricheskogo goroda [The evolution of a historical city image]: 18.00.01 : diss. na soiskan. uchyon. stepeni kandid. arkhitektury / Novosibirsk, 2000, 200 p.
4. Tsorik A. V. Arkhitekturno-khudozhestvennaya identichnost Ekaterinburga [Architectural and artistic identity of the Yekaterinburg city] / Arkhitekton: Izvestiya vuzov [Architecton: Proceedings of Higher Education]. – 2019. – № 4 (68). – URL: http://archvuz.ru/2019_4/2 (data obrascheniya: 10.12.2020).
5. Gelfond A. L. Gorod u reki. Identichnoe i globalnoe [The city on the river. Identical and global] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2017. – № 4 (44). – P. 137–141.

© А. В. Цорик, 2021
Получено: 13.02.2021 г.

УДК 721:725.838

М. В. АНДРЕЕВА, аспирант, асс. кафедры дизайна архитектурной среды, архитектор архитектурной мастерской

АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА ДЕТСКИХ ЦЕНТРОВ СОЦИАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83; эл. почта: gaude1@mail.ru
Ключевые слова: среда социальной направленности, социальный центр, комфортная среда, город, архитектура детских учреждений.

Рассматриваются современные зарубежные детские учреждения, которые можно отнести к центрам социальной направленности. Анализируются подходы к формированию в них среды социальной направленности и механизмы этого процесса, среди которых выявлены обращение к традициям архитектуры места, к решению вопросов экологии и стремление к автономности существования комплекса.

В настоящее время статистика по количеству детей-сирот продолжает оставаться весьма неутешительной во многих странах. Необходимость в детских учреждениях, предназначенных для социальной реабилитации детей, оказавшихся в трудной жизненной ситуации, является актуальной. Поиски решения этого вопроса ведут и архитекторы. Основной задачей архитектора при проектировании подобных типов детских учреждений, прежде всего, является формирование особой комфортной среды для пребывания в них детей с особым психоэмоциональным состоянием. Для создания концепции гуманизации архитектуры *центров социальной направленности* (далее ЦСН) используется такое понятие как *среда социальной направленности*, представляющая тип архитектурного пространства, направленный на социальную реабилитацию детей.

В рамках данной статьи рассматривается ряд конкретных примеров детских учреждений в зарубежных странах, которые можно отнести к ЦСН, в которых среда становится полноправным соучастником гуманизации общего процесса воспитания.

«Детский дом будущего» (рис. 1 цв. вклейки), построенный в городе Кертеминне (Дания) (арх. бюро *CEBRA*, 2012–2014 гг.), изначально разрабатывался как новый тип круглосуточного центра по уходу за маргинализованными детьми с включением жилой функции. Концептуально он решался не «учреждением», а «домом». При этом здание ведет активный диалог с городом, окружающей средой, контекстом, жителями города и своими обитателями. Несмотря на свое окраинное положение в структуре города, детский дом внедрен в каркас социально значимых объектов города, образуя своеобразный социокультурный кластер с расположенными в непосредственном соседстве с ним зданиями яслей и Центра социальной помощи. Его воспитанники не изолированы от внешнего мира и могут «гулять по городу и проводить время с живущими там сверстниками». Малая этажность, конструктивное решение внешней и внутренней отделки детского дома полностью соответствуют его общей концепции, которая разрабатывалась специалистами совместно детьми. Получился удачный пример сочетания традиционного уютного датского дома, выполненного из местных материалов

(кирпич-плитка, дерево, стекло), и новаторских подходов, соответствующих национальной датской идее об экологичности (в здании использован «солнечный» скат кровли и сочетание максимально «закрытых» фасадов, без потерь тепла, с практически панорамным остеклением). Главный «модульный элемент» объекта – это, по сути, дом, каким он представляется в сознании человека с малых лет, максимально понятный, но несущий в себе неизбежную эмоциональную подоплеку. Он представляет собой «хаотичную» живописную композицию, которая воспринимается как естественно сформировавшийся в виде миниатюрной «деревни» из нескольких «домов». Особые потребности обитателей лежат в основе формирования продуманной функционально-планировочной структуры детского дома. В его объемной композиции выделено несколько основных блоков – «домов» для разных возрастных групп, которые объединены дополнительными свободными многофункциональными пространствами [1]. При этом блок каждой возрастной группы имеет свою ориентацию (младших – на сад и игровую площадку, старших – на улицу), а помещения персонала расположены на цокольном этаже и частично на первом, обращены в сторону парковки, для осуществления необходимого контроля и обеспечения безопасности.

Детский дом «Новая жизнь» в городе Эмалахлени/Витбанк (ЮАР) разработанный архитектором Пауло де Оливейра (бюро Bilt Homes), 2018–2021 гг. [2], представляет собой семейный детский дом, состоящий из пяти домов: «Желтого», «Оранжевого», «Зеленого», «Голубого» и «Красного» (рис. 2 цв. вклейки). Перефразировав африканскую пословицу, данная организация заявляет: «Чтобы вырастить ребенка, нужна деревня, но чтобы вырастить деревню, нужен город!». Так, вокруг идеи «вырастить идеальный детский дом» сформировалось сообщество. Обязательное условие проектирования заключалось в максимальной открытости и уходе от «пугающего стандарта учреждения» как в архитектурной, так и организационно-психологической составляющей. В итоге объект сформировался как яркое миниатюрное «поселение», где дети обретают семью (каждый дом рассчитан на примерно 9 детей и двух воспитателей («родителей»). В отличие от предыдущего примера данный архитектурный объект представляет собой в плане некую простую структуру из разделенных модулей-блоков, которые визуально объединяются в единую динамичную композицию. Каждый модуль представляет собой двухэтажный объем, где первый этаж строится на сочетании отделанного красным кирпичом объема, выходящего на главный фасад, и грузового контейнера в части этажа; второй этаж состоит из трех П-образно расположенных относительно друг друга грузовых контейнеров с консольными выступами на металлических колоннах и перекрытого односкатной кровлей со световым фонарем между ними. Естественное освещение осуществляется также через панорамные окна – узкие прямоугольные и круглые окна-иллюминаторы на первом и втором этажах. Низ выступающих конструкций используется для установки дополнительного искусственного освещения, что превращает дом в ночное время в своего рода «космический корабль». В интерьере организован дополнительный игровой спуск для детей в виде горки-трубы из зоны умывания на втором этаже в столовую на первом. Такой элемент игры вкупе с рационально-компактным, но при этом комфортным планировочным решением создает атмосферу уюта и детства.

Муниципальный детский дом в Амстердаме на 125 детей всех возрастов, построенный по проекту архитектора Альдо ван Эйка в 1955–1960 гг. выполнен в стиле «структурализм» (рис. 3 цв. вклейки). Он воплотил экспериментальный поиск «нового видения города в современном здании». Это выразилось в синтезе

К СТАТЬЕ М. В. АНДРЕЕВОЙ «АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА ДЕТСКИХ ЦЕНТРОВ СОЦИАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ»

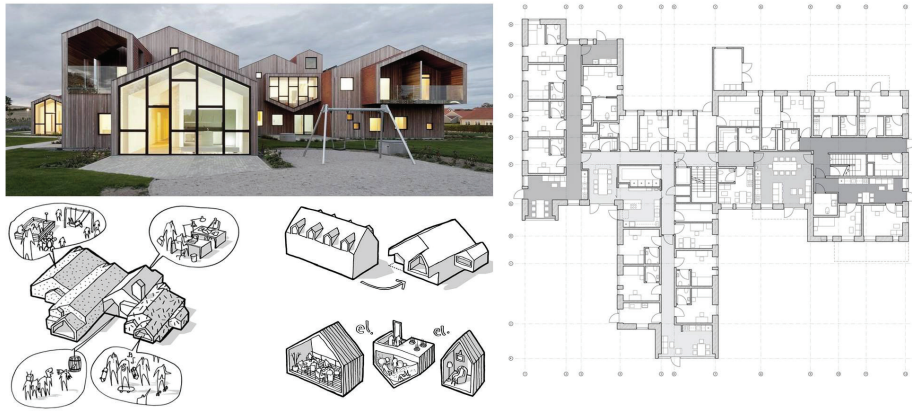


Рис. 1. «Детский дом будущего», Кертеминне (Дания), арх. бюро CEBRA, 2012–2014 гг.

Рис. 2. Детский дом «Новая жизнь», Эмалахлени/Витбанк (ЮАР), арх. Пауло де Оливейра (арх. бюро *Bilt Homes*), 2018–2021 гг.

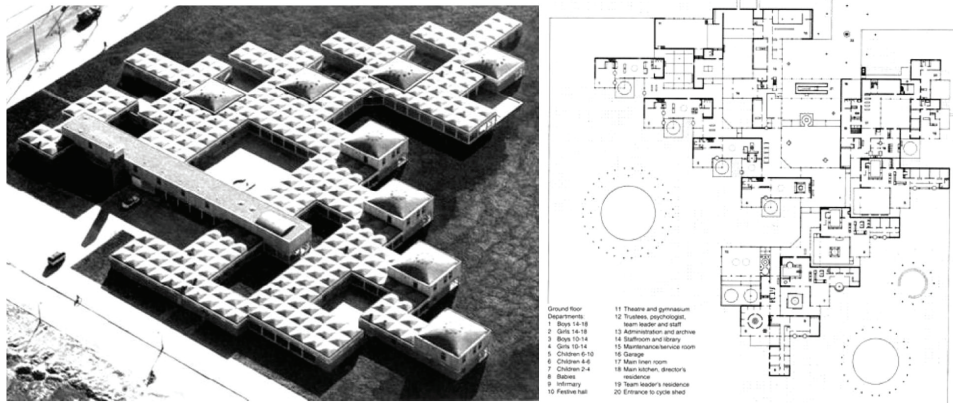


Рис. 3. Муниципальный детский дом, Амстердам, арх. Альдо ван Эйк, 1960 г.

Рис. 4. Детский центр психической реабилитации, Хоккайдо (Япония),
арх. бюро *Sou Fujimoto Architects*, 2006 г.

Рис. 5. Детская деревня SOS, Таджура (Республика Джибути, Восточная Африка),
арх. бюро *Urko Sanchez Architects*, 2014 г.

Рис. 6. Детский центр Уильяма Джефферсона Клинтона, Порт-о-Пренс

индивидуального и общего, архаичного и современного, ясного и сложного, динамики и статики, компактности и полицентричности, внешнего и внутреннего пространства, дома и города в стремлении создать для детей именно «место, где они могли бы жить, а не выживать». Автор соединил отсылки к традиционным архитектурным приемам и воззрениям древних народов (использование биоморфных купольных конструкций, ассоциации с архаичным поселением, «касбой», или цитаделью, лабиринтом и т. д.) и новаторские для своего времени подходы, а также смоделировал несколько утопичную «схему гуманного города» [3]. В своем эссе под названием «Шаги к конфигурирующей дисциплине» (1962 г.) Альдо Ван Эйк говорил: «Дом должен быть похож на маленький город, чтобы быть настоящим домом; город должен быть похож на большой дом, чтобы быть настоящим городом». Планировочная структура детского дома представляет сочетание децентрализованной модульной структуры с двумя типоразмерами (большие – для общественных пространств, малые – для жилых), концепции соединительного «промежуточного пространства» и «градоподобия». Прямоугольный протяженный двухэтажный объем административного блока, выполняющий роль главного входа и «барьера» между «детским городом» и остальным миром, выделен из общей модульной системы. Поднятый на колонны он пропускает посетителей в центральный внутренний двор с двумя «улицами» внутри объекта, которые плавно связывают все помещения и пространства. Фасад представляет собой противоречивое сочетание: с внешней стороны – это сплошная кирпичная стена, с внутренней – это панорамное остекление или его полное отсутствие между круглыми колоннами. Переход от плоскости стены к куполам осуществляется через бетонный пояс с узкими прорезями окон по всему периметру здания (внешнему и внутреннему), объединяя их.

Детский реабилитационный центр в префектуре Хоккайдо (Япония), (арх. бюро *Sou Fujimoto Architects*, 2006 г.) рассчитан на одновременное проживание в нем 50 детей, восстанавливающих свое психическое здоровье (рис. 4 цв. вклейки). Основная идея проекта – создание для этой цели живого пространства, сочетающего в себе одновременно большой дом и маленький город. Авторы создали динамичную композицию из одинаковых модулей – «кубиков», расположенных под разными углами [4]. Этот эффект спонтанного движения переходит и на внешний облик здания, все фасады которого равнозначны. Каждый «кубик» имеет свой угол поворота, степень выдвижения из общего плана, свой непредсказуемый порядок размещения разных проемов. Все они соединены между собой прозрачными узкими раскреповками, исчезающими на контрасте с практически глухими частями фасадов. С другой стороны, отсутствие четкой иерархии элементов, их близкое расположение друг к другу, общая «пластина», накрывающая их, дают ощущение единства. Смешанная внутренняя структура здания складывается из сочетания глухих ячеек-«кубиков» с четко заданной функцией и обволакивающего их двухсветного универсального зального пространства. Проектируя пространство для детей, авторы трактовали его как «систему отношений», в которой каждый может принять решение о каком-то действии. Для игр предусмотрено «множество закутков, разнообразных углов, ниш, полукомнат со своими особенностями», которые делают монохромное пространство (преобладающий белый цвет и бежевые оттенки) эмоционально ярким. Высокие щелевидные панорамные окна, свободные от переплетов между объемами, и прямоугольные световые фонари, расположенные за рейками на потолке, пропускают естественный свет внутрь объекта. Интуитивный подход, как

при ориентации внутри, так и снаружи (поиск входа), «игра в кубики» на уровне объекта транслируется в многовариантный сценарий использования внутренних средовых пространств. Внутренняя среда здания со всеми ее компонентами подталкивает своих обитателей к «игре», путешествию по «улицам города», формированию своих маршрутов между «домами», самостоятельному обживанию здания «подобно тому, как первобытный человек свободно осваивал ландшафт, в котором он обитал».

Детская деревная SOS в городе Таджура (Республика Джибути, Восточная Африка) в 2014 г. запроектирована архитектурным бюро *Urko Sanchez Architects* (рис. 5 цв. вклейка). Инициатива таких «деревень» началась с идеи австрийского социального педагога Германа Гмайнера еще в середине XX в. и жива до сих пор, распространившись по всему миру. Данный объект старается полностью «мимикрировать» под окружающую застройку, представляя собой на уровне объемно-планировочной структуры квартал старого арабского города – «медину». На первый взгляд, «деревня» слабо отличима от окружения, представляя собой живописное плотное нагромождение кубических объемов малой переменной этажности (1-2 этажа с разной высотой помещений) с лабиринтами узких улочек, площадками и внутренними двориками традиционно окружена стеной. Здесь все приведено к «детскому масштабу». На малой территории компактно размещено 15 домов [5]. Все они имеют примерно одинаковое функциональное наполнение с четким разделением на общие и частные помещения, но различны по ориентации в пространстве и сочетанию модулей в своей структуре. «Деревня» имеет общую композицию комплекса без единого центра и доминанты; все «дома» визуально связаны друг с другом; малые архитектурные формы являются продолжением объемов зданий, отделение внутреннего и внешнего пространства весьма условно на всех этажах (перфорированные перегородки, большие неостекленные проемы или полное отсутствие стен); использование одного цвета для всех элементов с включением фрагментарных ярких акцентов (фон для людей в традиционной одежде и природной составляющей). Здесь учтены традиционные принципы строительства в экстремально жарком климате: строения расположены близко друг к другу, давая тень, большое количество глухих поверхностей стен с небольшими окнами по верху объемов, установлены вентиляционные башни, обеспечены выходы на кровлю. В сочетании с традиционными подходами, использованием простых материалов (цементные блоки, железобетонные конструкции, каркасная система, отделка от местной компании) здесь применены такие новационные элементы, как солнечные панели. Объект сформирован как безопасная и разнообразная среда для детей: без машин, но с зелеными оазисами и местами для комфортной жизни и игр.

Концепцию нового приюта для детского центра Уильяма Джефферсона Клинтона в Порт-о-Пренс (Республика Гаити) разработало архитектурное бюро HOK, 2017 г. (рис. 6 цв. вклейки). Проектирование центра началось после землетрясения 2010 г., разрушившего старый приют и увеличившего статистику сиротства в этом регионе практически вдвое. Располагаясь в плотной малоэтажной застройке и обладая довольно небольшой территорией, центр представляет собой компактную объемно-пространственную композицию [6]. Он состоит из двух корпусов, соединенных между собой открытыми переходами. Первый корпус – «Г-образный» имеет высоту 3 надземных этажа, галерейный тип построения и свободную планировочную структуру с арочным разрывом на первом этаже; второй – двухэтажный, имеет сад на крыше. Центр разрабатывался как автономный

в экологическом плане объект, балансирующий на стыке идей традиций и новаторства. Традиционные аспекты – это использование местных материалов, ассоциативные отсылки к культурно значимой породе дерева «капок», в принципе построения и в узоре конструкций оболочки открытой галереи; мозаичные игровые и декоративные элементы (например, панно на фасаде и малая форма, «созданная по образцу игуаны-носорога, обитающей на острове»); теплая колористика. Новаторские решения лежат в области архитектурных конструкций (сборное каркасное строительство) и применения «зеленых технологий» (как например: солнечные панели на крыше главного корпуса и солнцезащитные экраны – фасады корпусов; регулирование воздушных потоков и тепла за счет конфигурации объекта, второй оболочки фасада – галереи и т. д.; «сад на крыше», «приподнятый огород» на участке и «зеленые фасады» в виде решетчатых конструкций как компенсация недостатка зелени на участке, тепловое регулирование, восполнение кислорода; сбор дождевой воды через специальную систему на кровлях и участке; генератор энергии ветра).

Отметим, что в данном типе ЦСН все чаще наблюдается обращение к традициям конкретного места, к решению вопросов экологии и стремление к автономности. Анализ архитектурной среды социальной направленности на примере ряда детских домов в разных странах мира позволил выявить общую для них архитектурную концепцию. Она позволяет решить проблему гуманизации среды для детей и формируется исходя из принципов открытости, разнообразия, универсальности общего коммуникационного пространства, наличия игрового начала, модульности, экологичности, идентичности с социальной средой города или дома. Исследование показывает, что концепция «город-дом, дом-город», присущая многим детским ЦСН, находит отражение в их структуре, архитектурной композиции и определенных подходах к психологическому восприятию объекта. И вместе с тем принципы организации среды города проникают внутрь самого ЦСН и помогают сформировать сложное пространство «внутреннего города» для детей, помогая им лучше освоиться в реальном мире.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фролова, Н. Дом, а не учреждение / Н. Фролова. – URL: https://archi.ru/projects/world/8867/detskii-dom-buduschego (дата обращения: 17.12.2014). – Текст : электронный.
2. "We are building our name with quality, workmanship and word of mouth". – URL: https://bilt.co (дата обращения: 05.04.2020).
3. AD Classics: Амстердамский детский дом. Альдо ван Эйк. – URL: https://rus.architecturaldesignschool.com/ad-classics-amsterdam-orphanage-44834 (дата обращения: 05.02.2021).
4. Children’s Center for Psychiatric Rehabilitation / Sou Fujimoto Architects. – URL: https://www.archdaily.com/office/sou-fujimoto-architect (дата обращения: 12.02.2020). – Текст : электронный.
5. SOS Children's Village Tadjourah, Djibouti. – URL: / http://urkosanchez.com/en/project/19/sos-children-s-village.html (дата обращения: 10.03.2021). – Текст : электронный .
6. Гершкович, Е. Детский приют на Гаити / Е. Гершкович. – URL: https://www.archplatforma.ru/?act=1&nwid=1311 (дата обращения: 07.05.2020). – Текст : электронный.

ANDREEVA Maria Vladimirovna, postgraduate student, assistant of the chair of architectural environment design, architectural workshop architect

ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF CHILDREN'S SOCIAL CENTERS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: gaude1@mail.ru
Key words: social environment, social center, comfortable environment, city, architecture of children's institutions.

The article considers modern foreign children's institutions, which can be attributed to the centers of social orientation. The approaches to the formation of a social environment in them and the mechanisms of this process are analyzed, among which the appeal to the traditions of the architecture of the place, to the solution of environmental issues and the desire for the autonomy of the complex's existence are revealed.

REFERENCES

1. Frolova N. Dom, a ne uchrezhdenie [House, not an institution] / URL: https://archi.ru/projects/world/8867/detskii-dom-buduschego 17.12.2014 (data obrascheniya: 17.12.2014).
2. "We are building our name with quality, workmanship and word of mouth" / URL: https://bilt.co (data obrascheniya: 05.04. 2020).
3. AD Classics: Amsterdamskiy detskiy dom. Aldo van Eyck [The Amsterdam Orphanage. Aldo van Eyck] / URL: https://rus.architecturaldesignschool.com/ad-classics-amsterdam-orphanage-44834.
4. Children’s Center for Psychiatric Rehabilitation / Sou Fujimoto Architects / URL: https://www.archdaily.com/office/sou-fujimoto-architect (data obrascheniya: 12.02.2020).
5. SOS Children's Village Tadjourah, Djibouti / http://urkosanchez.com/en/project/19/sos-children-s-village.html (data obrascheniya: 10.03.2021).
6. Gershkovich E. Detskiy priyut na Gaiti [Children's Shelter in Haiti] / URL: https://www.archplatforma.ru/?act=1&nwid=1311 (data obrascheniya: 07.05.2020).

© М. В. Андреева, 2021
Получено: 01.07.2021 г.

УДК 728.8.04:674(470.40-21)

Д. В. ЕЩИН, младший научный сотрудник НИС

ДЕКОР ФАСАДА ДЕРЕВЯННОЙ ЖИЛОЙ АРХИТЕКТУРЫ 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: деревянные жилые дома, архитектурно-художественные элементы фасада, историко-культурное наследие, фронтон, фасад, наличники.

Приведены результаты исследования и архитектурно-художественного анализа элементов декора фасадов жилой архитектуры конца XIX – начала XX вв. исторического центра г. Пензы (в границах ул. Железнодорожной, ул. Красной, ул. Набережная реки Пензы, ул. Тамбовской) с включением улиц: Ключевского, Космодемьянской, Революционной. Выявлены и представлены характерные, наиболее часто повторяющиеся элементы декора деревянных жилых домов г. Пензы. Приведены примеры уникальных, единичных элементов декора фасада города.

Русское народное зодчество и искусство домовой резьбы исключительно

разнообразны и богаты как по формам, так и по архитектурно-художественному декору фасадов. Загадочные переплетения узоров и символов архитектурно-декоративных элементов деревянных домов привлекают внимание, рассказывая в орнаменте деревянного кружева об истории, отражая традиции разных регионов нашей страны. Именно поэтому искусство резьбы по дереву представляет собой феноменальный и многогранный пласт культуры народов России, который требует всестороннего изучения [1].

По Е. И. Кириченко: «Основная задача детали (элемента) – передача образной информации. С помощью детали зодчий придает сооружению эстетическое, смысловое, стилевое наполнение. Каждая деталь является знаком, несущим в себе знание о принадлежности сооружения к той или иной национальной, исторической, культурной группе, указывает на временной период его создания». «Владение деталью и формой в целом – основной метод работы любого зодчего, идущий после работы с пространством. Функции детали таковы: участие в формообразовании; создание индивидуальности или даже уникальности объекта; информационное наполнение; символическое значение (принадлежность к той или иной эпохе, к тому или иному стилю); создание масштабности объекта; формирование связей с окружением» [2, с. 133].

Архитектурно-художественные и стилистические особенности деревянной резьбы городской жилой архитектуры г. Пензы конца XIX – начала XX вв. являются неотъемлемой частью культуры России. Поэтому «деревянному кружеву» г. Пензы необходим всесторонний научный анализ.

Своеобразный деревянный декор домов Пензы формировал самобытный облик города, особенности, отражавшие специфику региона на протяжении всей его истории. Но в современном городе деревянная архитектура все чаще утрачивается, поэтому задача фиксации и научного анализа ее особенностей приобретает особую актуальность.

Целью данной публикации стало отражение результатов анализа архитектурно-художественных особенностей фасадов деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX – начала XX вв. Научная новизна исследования прослеживается в выявлении характерных, наиболее часто повторяющихся элементах архитектурного декора фасадов и уникальных, единично представленных. Публикуемые результаты исследования восполняют недостаток научных данных для обоснования историко-культурной, архитектурно-художественной ценности и значимости деревянных жилых домов города.

Алгоритм исследования был основан на комплексном анализе элементов декора фасадов деревянных жилых домов, опираясь на историко-библиографические, архивные изыскания, материалы натурной фотофиксации [1–8]. Архитектурно-художественные особенности наличников складывались из характеристик: навершия (его верхней части); карниза (венчающей верхней части наличника); фризовой доски (подкарнизной части наличника); полотенец (боковых частей наличника); подоконной доски (нижней части наличника).

Исследование деревянного декора фасадов жилой архитектуры г. Пензы проводилось на основе анализа объектов:

– входящих в перечень объектов культурного наследия, расположенных на территории исторического центра г. Пензы, включенных в Единый государственный реестр объектов культурного наследия Пензенской области (памятников истории и культуры федерального и регионального значения);

– входящих в реестр домов – лучших образцов деревянного зодчества

г. Пензы, составленного Отделом по делам строительства и архитектуры Пензенского Горисполкома и утвержденного 16.10.1979 г., которые не подлежат сносу или переносу, должны быть сохранены при реконструкции городской застройки или фрагменты которых должны быть перенесены в музеи деревянной архитектуры, этнографии и прикладного искусства (памятники истории и культуры местного значения);

– входящих в перечень жилых сохранившихся объектов по натурным исследованиям 2020 г., а также

– выявленных в фондах и описях архива КОПИК ПО.

К характерным особенностям декора фасадов деревянной жилой архитектуры г. Пензы конца XIX – начала XX вв. отнесены наиболее часто повторяющиеся элементы, отражающие архитектурно-художественную индивидуальность деревянного зодчества Пензенского края (рис. 1, 2, 4 цв. вклейки). Также выявлены единично представленные элементы декора фасада деревянной жилой архитектуры, являющиеся уникальными для города (рис. 3 цв. вклейки).

К характерным элементам фронтонов Пензы были отнесены чердачные окна с треугольным и прямоугольным навершием. Центральное композиционное положение фронтона без чердачного окна занимают в большинстве случаев элементы декоративной резьбы, украшающие тимпан, и «крестовина» с солярным символом «полусолнце», венчающим конек фронтона. Тимпан в основном имеет одночастную или двухчастную тесовую обшивку. Чаще тимпан украшает геометрический орнамент с символами: розетка-земля, систр, руст, канелюры. Реже на нем представлен растительно-геометрический орнамент с символами: сердце, крин, берегиня, волна, древо жизни. Причелины и карниз фронтона в основном выполнены в технике пропильной резьбы с растительно-геометрическим, геометрическим или растительным орнаментами (рис. 1 цв. вклейки).

Уникальной, реже встречающейся особенностью фронтонов Пензы является «разорванный карниз», в резных лентах которого встречается уникальный для Пензы орнитоморфный орнамент (жилой дом по ул. Гладкого, 24 и М. Горького, 12) (рис. 3, 2 цв. вклейки).

К характерным элементам плоскости стены фасада была отнесена двухчастная тесовая обшивка стен, а к уникальным и единичным – четырехчастная (ул. Гладкова, 24) (рис. 3 цв. вклейки). Фризовые ленты являются одним из главных украшений стен фасада деревянного дома г. Пензы. Мотивы их орнамента идентичны с орнаментом тимпана, причелин и карниза. Наиболее распространенная техника резьбы фризовой ленты домов города – накладная пропильная. В орнаменте фризовых лент чаще используется символика: розетка с резьбой, розетка-земля, древо жизни, розетка 8-лучевая звезда. Кронштейны фриза чаще единичные со сложным абрисом. Наиболее богатые фризы представлены тремя лентами и пропильными кронштейнами.

Распространенный вид пилястр плоскости фасада жилого дома – с филенками, с имитацией колонн и объемные (рис. 2 цв. вклейки). Единичны, уникальны для г. Пензы решения пилястр, имеющих в верхней части спускающуюся вниз гирлянду растительного орнамента (жилой дом по ул. Куйбышева, 15).

Характерные особенности деревянных жилых домов несут в себе элементы наличников фасадов. Для г. Пензы были выделены 6 основных типов часто повторяющихся наличников: 1) с трехчастным навершием; 2) прямоугольный декорированный; 3) с декором над прямолинейным карнизом; 4) с раскрепованным карнизом; 5) реже встречаются наличники с криволинейным навершием и

К СТАТЬЕ Д. В. ЕЩИНА
ДЕКОР ФАСАДА ДЕРЕВЯННОЙ ЖИЛОЙ АРХИТЕКТУРЫ Г. ПЕНЗЫ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX ВВ.

Рис. 1. Характерные и уникальные архитектурно-художественные элементы деревянного декора главного фасада жилых домов г. Пензы: фронтона, входных групп, фризовых лент плоскости стены главного фасада

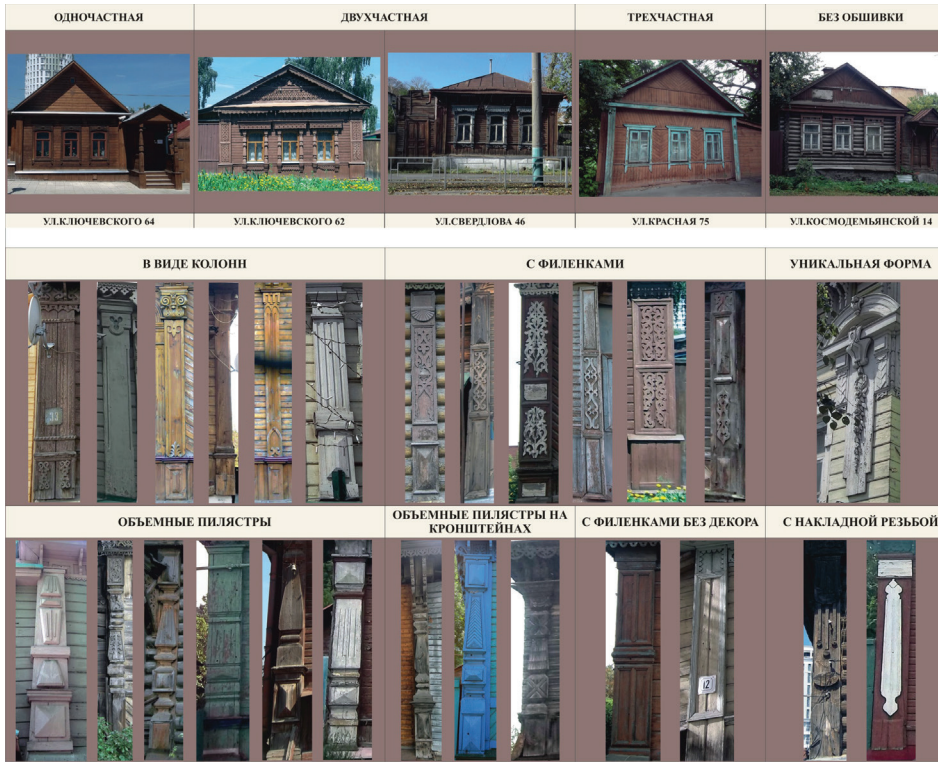


Рис. 2. Характерные архитектурно-художественные элементы деревянного декора плоскости стены главного фасада жилых домов г. Пензы (тесовая обшивка стен, пилястры)

Рис. 3. Единичный уникальный деревянный декор фасада по ул. Гладкова, 24 в г. Пензе

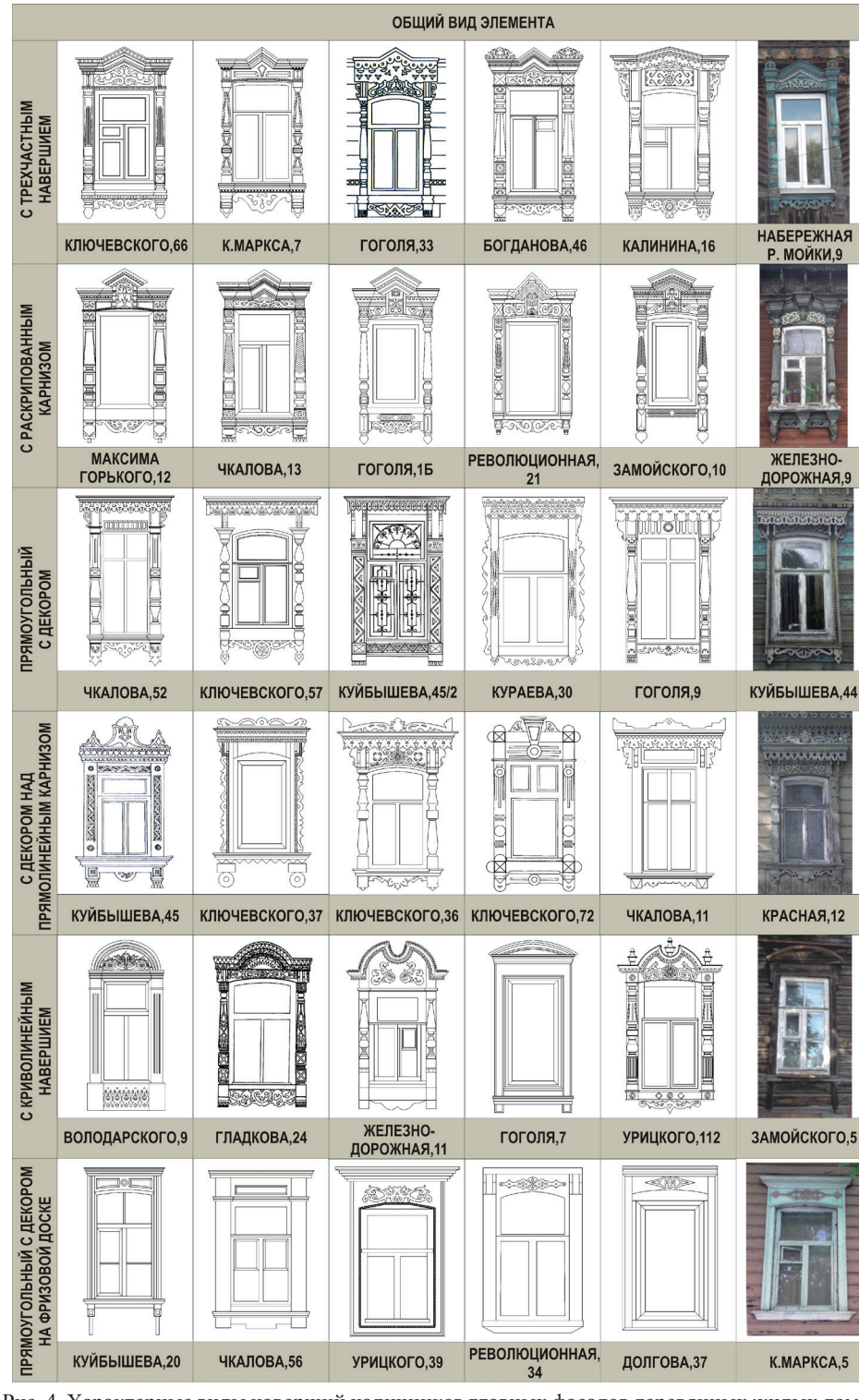
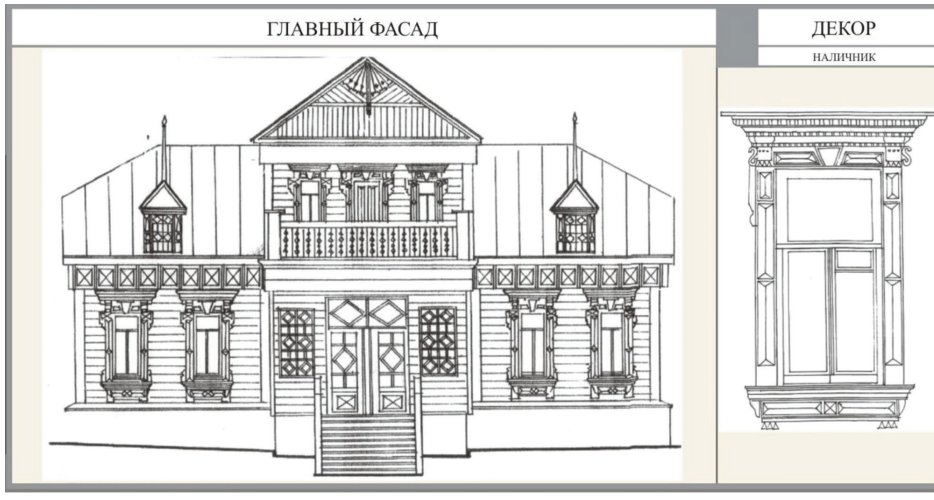


Рис. 4. Характерные виды наверший наличников главных фасадов деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX – начала XX вв.



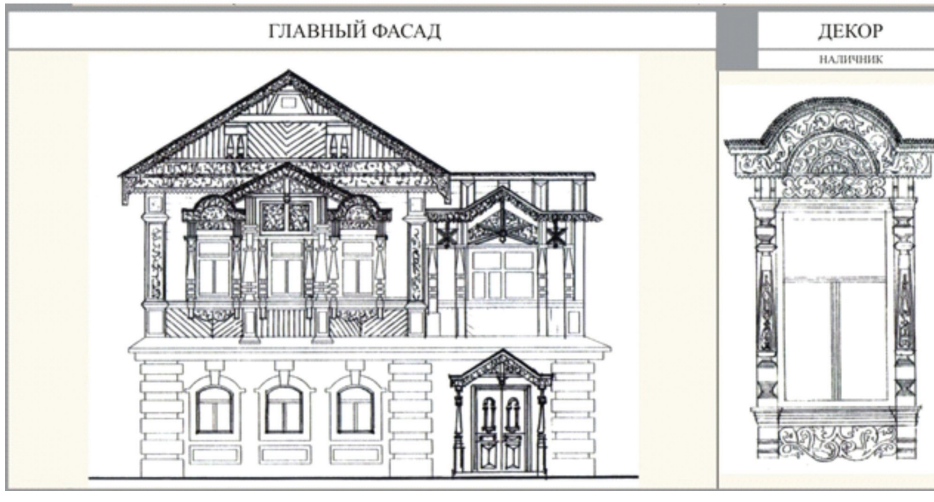


Рис. 5. Эклектика в декоре главных фасадов деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX – начала XX вв. (утраченные дома по ул. Ключевского, 13 и Малая Кочетовка, 1)

6) прямоугольный с декором на фризовой доске. Наиболее распространенный вид резьбы карниза наличника – «глухая», реже сочетание с «глухой» и «пропильной», «пропильная». Резьба карниза наличника чаще имеет геометрический, геометрически-растительный орнаменты или их сочетания с орнитоморфным (рис. 4 цв. вклейки).

Наиболее распространенным видом полотенца наличников являются: 1) объемные пилястры, 2) объемные пилястры на кронштейнах, 3) пилястры на кронштейне с умеренным декором. Орнамент полотенца чаще геометрический, геометрически-растительный, геометрически-солярный. В резьбе полотенец чаще распространены символы: розетка-земля, розетка-земля-крин, земля (рис. 4 цв. вклейки).

В подоконной доске наличников Пензы распространена резьба: 1) пропильная; 2) пропильная объемная; 3) накладная объемная. Характерным для нее орнаментом является: 1) растительный, 2) геометрический, 3) растительно-геометрический.

Наиболее распространенные символы подоконной доски наличника: 1) берегиня, 2) S-образные завитки и фиала-земля, 3) розетка-земля (рис. 4 цв. вклейки).

Входная группа со стороны главного фасада деревянной жилой архитектуры Пензы чаще состояла из навеса на колоннах или кронштейнах перед дверью. Характерными навесами для г. Пензы являются: 1) двухскатный на колоннах; 2) двухскатный или трехскатный на кронштейнах. Наиболее распространены: 1) двухстворчатые двери с филенчатым полотном; 2) с филенчатым полотном, украшенным розетками.

Уникальным, единичными для Пензы являются дверные полотна в стиле модерн (ул. Чкалова, 14).

В домовой резьбе г. Пензы встречаются пять характерных видов орнамента: 1) растительный (распространенный); 2) геометрический; 3) солярный; 4) орнитоморфный (редок); 5) зооморфный (единичен).

Растительный орнамент в домовой резьбе Пензы представляет собой украшение архитектурно-декоративных элементов фасада различными вариациями растительного мотива: дерево, завиток, стебель. Символами растительного орнамента в домовой резьбе являются: крин, пальметта, S-образные завитки, сердечки. Наиболее индивидуальны, единичны, уникальны в декоре г. Пензы символы: «древо жизни», «берегиня» (рис. 3 цв. вклейки).

Геометрический орнамент в домовой резьбе Пензы чаще всего состоит из ритмически повторяющихся элементов и соразмерных частей, составленных из прямых линий и простейших прямолинейных геометрических фигур. Символами геометрического орнамента являются розетки с семантическими изображением: земля, систр, крест.

Солярный орнамент характерен и довольно часто встречается в украшении архитектурно-декоративных элементов фасада деревянных домов г. Пензы (рис. 1, 2, 4 цв. вклейки). Символами солярного орнамента являются розетка-солнце, полусолнце, 6-8-лучевая звезда.

Орнитоморфный орнамент в Пензе редок, уникален. Это изображения птиц, уточек. Зооморфный орнамент в Пензе представлен двумя мотивами: изображением «коня» и символом «ужик-господарик» (рис. 3 цв. вклейки).

Вследствие географического расположения и специфики развития региона домовая резьба Пензы имеет сходство с декором городов Поволжья. В основном

это проявляется в распространении: пропильной и накладной (пропильной и объемной) техники резьбы; преобладанием растительного, геометрического и солярного орнамента в украшении архитектурно-декоративных элементов фасада.

«Архитектурный декор был основным стилеобразующим фактором эклектизма. При этом он не имел прямой связи с внутренней планировочной и конструктивной структурой, а в провинции, в отличие от столиц, не стремился раскрыть типологическое назначение здания» [2, с. 131]. Поэтому в дальнейших публикациях необходимо обратиться к эпохе эклектики, отразившейся в деревянной архитектуре Пензы конца XIX – начала XX вв., в которой деталь декора фасада приобрела первостепенное значение.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-312-90013\19.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Худин, А. А. Эклектика в архитектуре Нижнего Новгорода XIX – начала XX вв. : 05.23.20 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Худин Алексей Александрович ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2010. – 260 с. – Текст : непосредственный.
3. Айдаров, Р. С. Архитектурно-пространственная организация деревянной жилой застройки Казани второй половины XIX – начала XX вв. : 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Айдаров Равиль Сайярович ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2009. – 211 с. – Текст : непосредственный.
4. 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 ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет – Нижний Новгород, 2011. – 192 с. – Текст : непосредственный.
5. Ещин, Д. В. Особенности деревянной жилой архитектуры города Пензы XIX – начала XX вв.: научно-квалификационная работа / Д. В. Ещин. – Пенза, 2020. – 186 с. – Текст : непосредственный.
6. Ещин, Д. В. Жилые деревянные дома города Пензы XIX – начала XX вв. и проблема сохранения наследия / Д. В. Ещин, Е. Г. Лапшина. – Текст : непосредственный // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering – 2020.
7. Сысоева, Е. А. Особенности деревянной архитектуры Самары конца XIX – начала XX веков : 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Елена Александровна Сысоева. – Нижний Новгород, 2009. – 162 с. – Текст : непосредственный.
8. Черная, Ю. Д. Каменно-деревянная архитектура Самары конца XIX – начала XX веков : 05.23.20 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Юлия Дмитриевна Черная. – Нижний Новгород, 2011. – 192 с. – Текст : непосредственный.

ESCHIN Dmitry Vadimovich, junior researcher of research sector

FACADE DECORATION OF WOODEN RESIDENTIAL ARCHITECTURE OF PENZA OF THE 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 dwelling houses, architectural and artistic elements of the fa-garden, historical and cultural heritage, pediment, facade, platbands.

The article presents the results of research and architectural and artistic analysis of the elements of decoration of the facades of residential architecture of the late XIX – early XX centuries of the historical center of Penza (within the boundaries of Zheleznodorozhnaya St., Krasnaya St., Naberezhnaya reki Penzy St., Tambovskaya St.), including Klyuchevskaya St., Kosmodemyanskaya St., Revolyutsionnaya St. The characteristic, most frequently repeated elements of the decor of wooden residential buildings in Penza are identified and presented. Examples of unique, single elements of the facade decor are given.

REFERENCES

1. Eschin D. V. Arkhitekturno-khudozhestvennye elementy fasada derevyannikh zhilykh domov kontsa XIX – nachala XX vv. [Architectural-artistic elements of the facade of wooden residential houses of the end of the XIX – the beginning of the XX century]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2020. – № 1. – P. 191–198.
2. Khudin A. A. Eklektika v arkhitekture Nizhnego Novgoroda XIX – nachala XX vv. [Eclecticism in the architecture of Nizhny Novgorod of the XIX – early XX centuries]: 05.23.20 : diss. na soiskanie uchyon. stepeni cand. arkhitektury. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2010, 260 p.
3. 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 building of Kazan in the second half of the XIX – beginning of the XX centuries] : 18.00.01 : diss. na soiskanie uchyon. stepeni cand. arkhitektury. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2009, 211 p.
4. 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]: 05.23.20 : diss. na soiskanie uchyon. stepeni cand. arkhitektury. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2011, 192 p.
5. 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, Penza, 2020, 186 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 XIX – early XX centuries and a problem of heritage preservation], IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2020.
7. Sysoeva E. A. Osobennosti derevyannoy arkhitektury Samary kontsa XIX – nachala XX vekov [Features of the wooden architecture of Samara of the late XIX – early XX centuries] : 18.00.01 : diss. na soiskanie uchyon. stepeni cand. arkhitektury. Nizhny Novgorod, 2009, 162 p.
8. Chyornaya Yu. D. Kamenno-derevyannaya arkhitektura Samary konza XIX – nachala XX vekov [Stone-wooden architecture of Samara at the end of the XIX – beginning of the XX centuries] : 05.23.20 : diss. na soiskanie uchyon. stepeni cand. arkhitektury. Nizhny Novgorod, 2011, 192 p.

© Д. В. Ещин, 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

КОНЦЕПЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ В ОБЩЕНАУЧНОМ КОНТЕКСТЕ

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, философские основания, человек и природа, природный аналог.

Определены основные теории и концепции взаимодействия человека и природы в философском, историко-теоретическом и научно-техническом аспектах, приведен краткий анализ и характеристика концепций; выявлены прецеденты формирования концепций, реализующих идею природного аналога в архитектуре. Предложена концептуальная модель науки, иерархическая структура основных этапов развития концепций, реализующих идею природного аналога в архитектуре.

Введение

На протяжении истории тема взаимодействия человека и природы поднималась неоднократно. Это вопросы взаимодействия природы и человека в философии, культурологии, психологии, социологии, формирование теорий и концепций использования природного аналога в теории и истории архитектуры, множество научных открытий в условиях технологического прогресса и развития инженерной мысли, развития строительной отрасли. Российские архитекторы рассматривали картину мира (философскую, научную и архитектурную) как основу концептуального проектирования (А. В. Боков, В. Л. Глазычев, И. А. Добрицына, А. В. Иконников, Н. Л. Павлов, С. О. Хан-Магомедов, Ю. И. Кармазин и др.).

В теории и истории философско-мировоззренческого научного знания сформировалась достаточно целостная база знаний об отношении человека к природе и его взаимодействии с ней, которая пополняется постоянно новыми учениями, вбирая и объединяя в себя опыт из таких областей знаний, как социология, экология, культурология, психология, архитектура и другие сферы.

Поэтому для выявления оснований эволюции идеи природного аналога как феномена в архитектуре необходим междисциплинарный подход в определении концепций и выявлении философских и исторических прецедентов.

Философские и исторические основания формирования концепций

Концепции философских учений обладают уникальными ресурсами в интегрировании знаний, формовании широты взгляда и многообразием принимаемых решений, которые помогают специалисту выйти за пределы своей профессии и понять ее в контексте потребностей человека и общества своего времени. Концепции философского знания не только оказывают влияние на становление идеологии архитектора, но и ориентируют его в выборе

методологических средств реализации идеи на практике.

Философско-мировоззренческое содержание природного аналога включает в себя определение концепций осмысления и взаимодействия природы с человеком, знания, которые представляют собой фундаментальную базу и являются основанием возникновения концепций, реализующих идею природного аналога в архитектуре. В философии накопление знаний представлено в теориях онтологического, этико-эстетического, научно-логического учений.

Идеи, представляющие картину мира в теориях онтологического учения: идея универсального творческого начала, которое отражает онтологическую структуру мира посредством традиционной схемы в последовательности Человек, Природа, Демиург (Карпов В. Н.) [1]; идеи развития технического и биологического – представление о единстве технико-биологического процесса и уподобления технических изобретений естественным органам человека (идея органопроекции Флоренского; идея параллелизма Сухово-Кобылина) [2].

Теории этического учения, основанные на идее гуманизма, включают в себя: «этику ответственности» Г. Йонаса, в которой рассматриваются вызовы современной цивилизации и изменение положения человека в ней; этическое учение А. Швейцера, основанное на двух нравственных принципах: «человек и природа» и «человек человеку», основанные на нравственных принципах морали, т. е. установленных нормах отношений между людьми и установленных нормах отношения людей к природе.

Экологическая этика является важным фактором в современном природоохранном движении в связи с изменением роли человека как равноценного члена гармоничного сообщества природы. Вопросы взаимосвязи этики и экологии отражены в философских теориях: «глубинной экологии» А. Несса, базирующейся на двух основополагающих принципах: самореализация (восприятие личности и окружающей среды как единого целого) и эгоцентризм (этическое положение о том, что все в природе имеет собственную, внутреннюю ценность, или достоинство); этике Земли, согласно которой природное окружение человека является экологической необходимостью и этапом непрерывного развития (этика А. Леопольда) [3].

В научной логике природные основания воспитания, выводы о здравом смысле отражены в марксистско-ленинской теории взаимодействия общества и природы (мировоззренческая основа экологического воспитания, в основе которой разумное и бережное обращение с природными богатствами, защита и улучшение природной среды наряду с развитием материального производства) [4]; в теории природосообразности (выражается в отношении к индивиду как части природы, согласовании воспитания и обучения с природными стадиями развития человека, применении природных средств для его развития. В концепции устойчивого развития природосообразность (природосообразие) – мировоззрение, исповедующее необходимость учитывать природные задатки человека, опираться на них, а также единство человека с природой, согласованность и гармонию их взаимодействия (Есаулов Г. В.) [5].

Историко-теоретический анализ представляет собой обзор истории теории архитектуры, во многих аспектах которого особую ценность представляет выражение авторской мысли. Противопоставление механической и живой архитектуры возникло в 30-х годах двадцатого столетия, эта проблема отражалась в направлении развития архитектурной мысли второй пятилетки 1930-х годов, что привело к отождествлению «природного организма и организма архитектурного»

К СТАТЬЕ А. А. ЯКОВЛЕВА, А. В. ЗАХАРЧУК «КОНЦЕПЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ В ОБЩЕНАУЧНОМ КОНТЕКСТЕ»

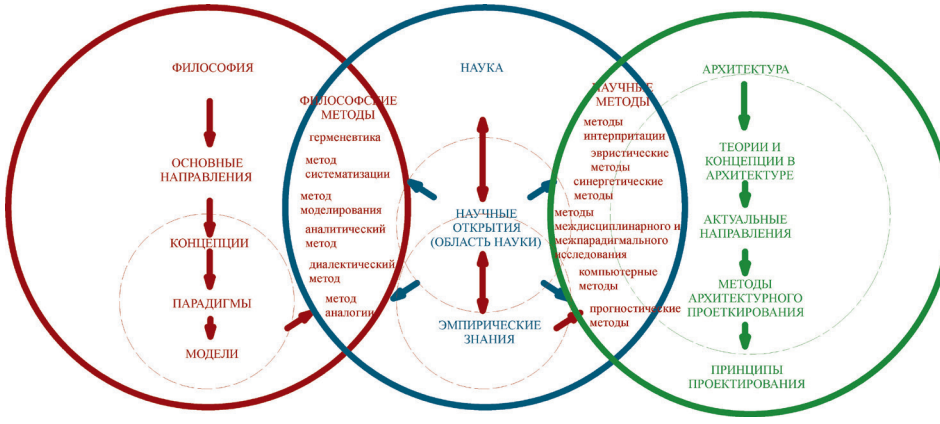


Рис. 1. Схема взаимосвязи общенаучных и архитектурных методов

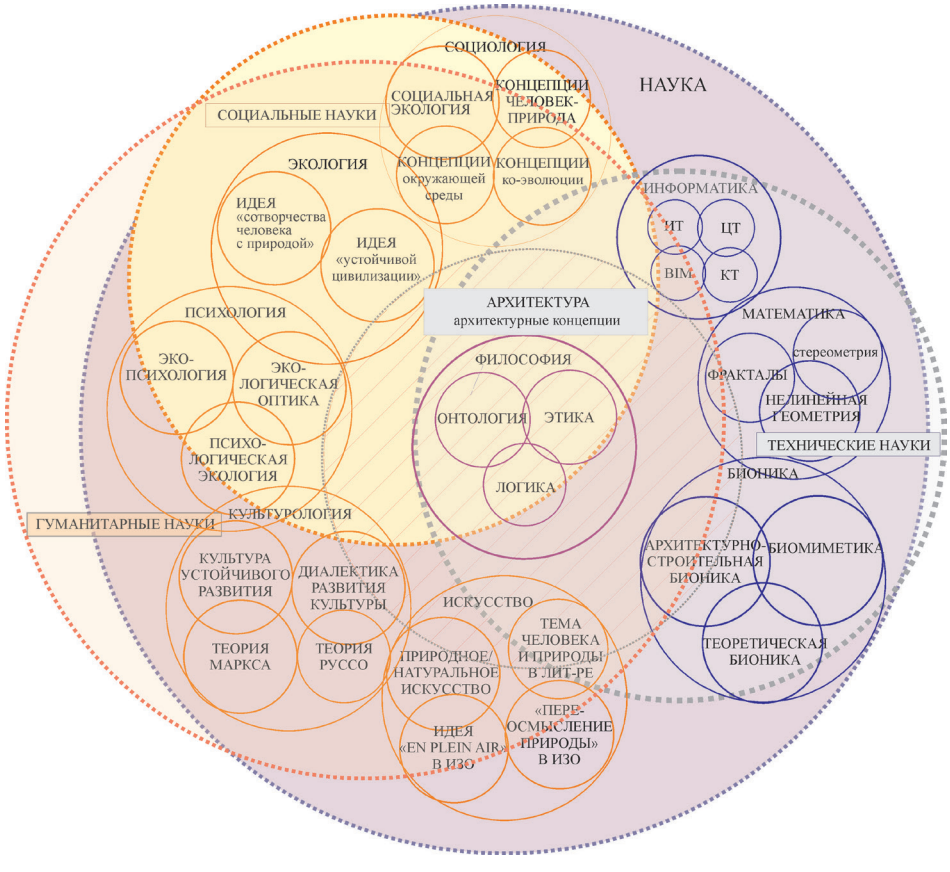


Рис. 2. Модель-концепция развития идеи взаимодействия человека и природы в науке

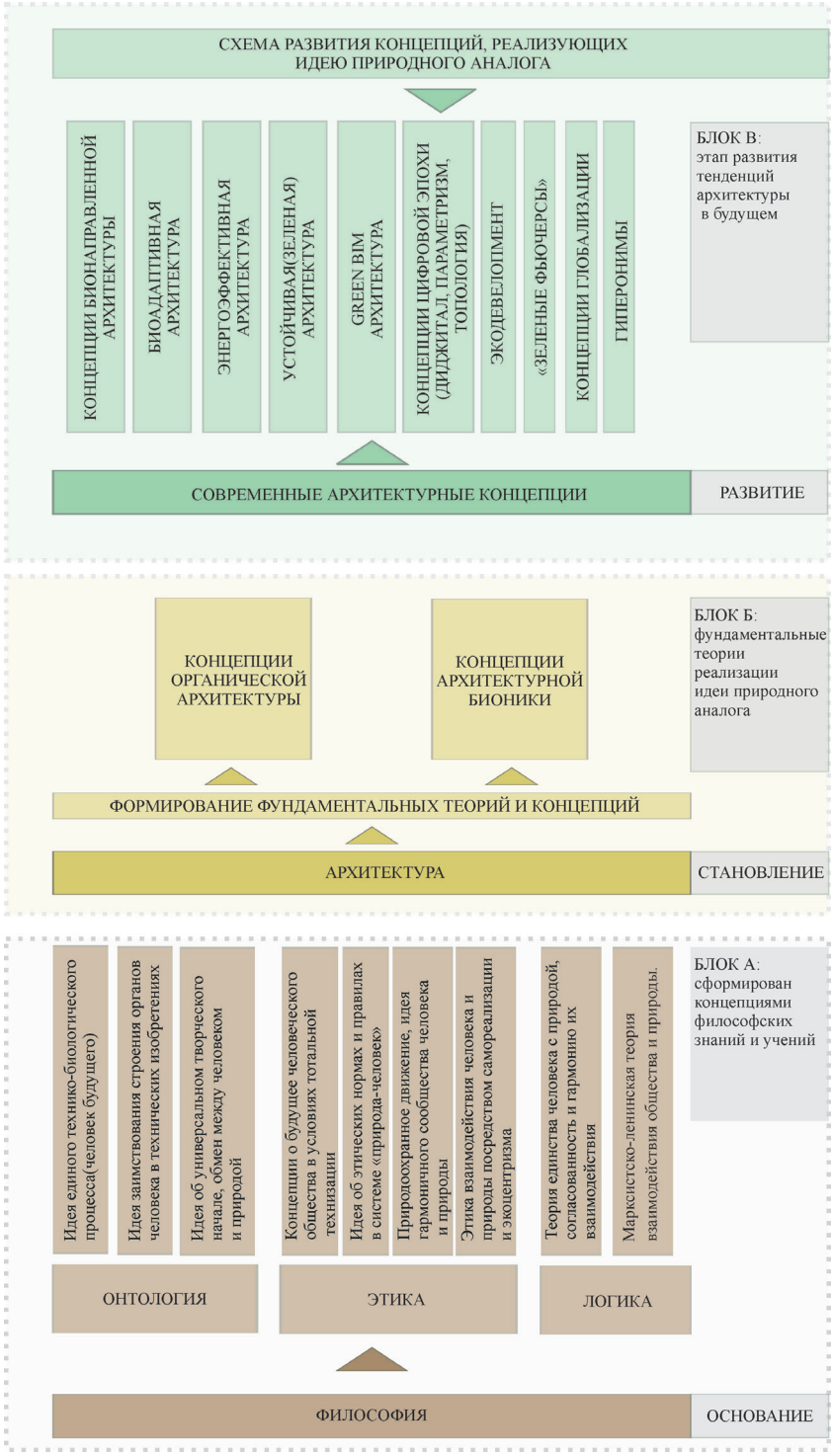


Рис. 3. Схема основных этапов развития концепций, реализующих идею природного аналога в архитектуре

(А. Н. Селиванова; И. А. Добрицына) [6].

Обращение к истокам, к первозданной естественности, поиск единства, идея человечности в концепциях архитекторов постконструктивизма; воплощение «природной» (натуралистической) архитектуры, мировая тенденция идеи «органичности» и «природности» в концепциях архитекторов, «органичность» и «атектоничность» в архитектуре эпохи модерна – основание для развития идеологии архитекторов и воспроизведения своих мыслей в творческих концепциях [7].

Развитие архитектуры модерна конца XIX – начала XX вв. привнесло тенденцию, выраженную в появлении натурализма, стремлении натуралистической школы к максимальной точности воспроизведения наблюдаемой реальности, что стало основанием для развития идеологии архитекторов и воспроизведения своих мыслей в творческих концепциях [8].

Модерн распространился множеством идей под влиянием исторических, политических и экономических факторов. Идеи о роли природы в архитектуре сформулировал Ч. Дженкс в тринадцати позициях архитектурного постмодернизма. Идеи культурной экологии, устойчивого развития, «брендинга» территории, а также способы решения экологических и ресурсосберегающих задач, формы прогнозирования и будущего устройства жизни посредством архитектуры отражены в теории неорационализма, в основе которой лежит значение концепции и творческого метода архитектора [9, 8].

Развитие идей, основанных на взаимосвязи природы и человека были заложены и четко определены в теориях и постулатах таких авторов, как Салливан Л., Райт Ф. Л., Штайнер Р., Аалто А. в теории органической архитектуры: раскрываются проблемы взаимодействия архитектуры и живого природного окружения; идея гармоничной и многообразной архитектуры с учетом заимствования качественных характеристик (конструктив, свойства материалов, имитация окружения, форма, не основанная на геометрии) [10].

Научно технический обзор представлен теориями и концепциями, научными гипотезами, основанными на достижениях групп архитекторов совместно с инженерами, учеными и другими специалистами как междисциплинарное достижение научно-технического прогресса, включая явление архитектурной бионики (исследование законов функционирования и формообразования объектов живой природы (биологических) для совершенствования архитектурных решений и гармонизации взаимосвязи с природной средой) и биомиметики (междисциплинарный подход в концепции устойчивого развития, исследование природы, ее моделей, систем и процессов с целью получения необходимых знаний для решения техногенных задач).

Современные концепции в архитектурной теории и практике, декларирующие идею природного аналога, основанные на фундаментальных научно-теоретических и практических знаниях об «архитектурной бионике» и «органической архитектуре», сформировались в самостоятельные направления, обусловленные развитием строительных, производственных и инженерных технологий. Среди которых: бионаправленная архитектура (образы которой базируются на идее природного прототипа в форме, структуре, процессах), основанная на биопринципах формообразования и биоподходах в развитии природной и архитектурных сред (цитирование, копирование или интерпретации форм, структур, процессов); кинетическая (кинематическая) архитектура (основанная, на органическом прототипе строительных конструкций); биоадаптивная архитектура (адаптация оболочки, биооболочки) здания к воздействию наружного климата

и обеспечение микроклимата в помещении; «зеленая» архитектура (устойчивая как противопоставление нарушению природного равновесия на локальном и глобальном уровнях; энергоэффективная (архитектура взаимодействия инженерных, ландшафтных и архитектурных решений); экодевелопмент, экодизайн, гиперонимы; теория глобального города, технофьюис, стандартизация и правовое регулирование взаимоотношений человека и природы.

Кроме этого, определены концепции, связанные с расцветом цифровой эпохи, в том числе основанные на внедрении и распространении цифровых технологий (компьютерных, инновационных в том числе): концепции параметризма (цифровое развитие динамического (кустового) формообразования); «диджитал» архитектура (представляет «идеализированное пространство» для человеческого взаимодействия); концепции нелинейной архитектуры, архитектурной топологии, генеративного дизайна, BIM-проектирование и др. [11, 12, 13, 14, 2].

Заключение

Таким образом, в совершенствовании творческой деятельности архитектора важное значение занимают концептуальные формы представленных научных, философских и архитектурных знаний, умение их использовать в современной интерпретации. Такая система знаний формирует так называемый «методологический комплекс», который сочетает в себе совокупность идей, знаний, умений, а также способов реализации на практике (см. рис. 1 цв. вклейки). Определены концепции взаимодействия природы и человека в науке, философии и архитектуре, предложена модель науки (см. рис. 2 цв. вклейки).

Итак, подробный аналитический обзор научно-теоретической и практической базы знаний позволил выделить три этапа развития концепций, реализующих идею природного аналога в архитектуре: основание (включает в себя концепции взаимодействия человека и природы в философии); становление (формирование знаний органической архитектуры и архитектурной бионики); развитие (включает в себя многообразие течений и направлений, мировых трендов, связанных с заимствованием природного компонента) (см. рис. 3 цв. вклейки).

БИБЛИОГРАФИЧСЕКИЙ СПИСОК

1. Архитектура в диалоге с человеком: сборник научных трудов и докладов на Седьмых и Восьмых Иконниковских чтениях / Российская академия архитектуры и строительных наук, Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства ; составитель и ответственный редактор И. А. Добрицына. – Москва : URSS, cop. 2012. – 522 с. : ил., табл. – (Вопросы теории архитектуры). – ISBN 978-5-9710-0555-1. – Текст : непосредственный.

2. Томаков, В. И. Зеленое строительство в концепции устойчивого развития российских городов. Технические науки / В. И. Томаков. – Текст : непосредственый // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. – № 29 (71). – С. 16–29.

3. Удалова, Н. Е. Проблема нравственного отношения к природе в русской философии середины XIX – начала XX вв. в контексте современной экологической этики : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата философских наук / Удалова Надежда Егоровна. – Воронеж, 2009. – 19 с. – Текст : непосредственный.

4. Тян, Н. М. Взаимодействие общества и природы как мировоззренческая проблема : 09.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата философских наук / Тян Наталия Мин-Дюновна. – Ленинград, 1984. – 163 с. – Текст : непосредственный.

5. Есаулов, Г. В. Устойчивая архитектура как проектная парадигма (к вопросу определения) / Г. В. Есаулов. – Текст : непосредственный // Устойчивая архитектура: настоящее и будущее : труды международного симпозиума, 17-18 ноября 2011 года (Москва, Московский архитектурный институт (государственная академия) и группа КНАУФ

СНГ). – Москва, 2012. – С. 76–79.

6. Добрицина, И. А. Новые проблемы архитектуры в эпоху цифровой культуры / И. А. Добрицина. – Текст : электронный // Academia. Архитектура и строительство. – Москва, 2013. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-problemy-arhitektury-v-epohu-tsifrovoy-kultury (дата обращения 15.12.2020).

7. Быстрова, Т. Ю. От модернизма к неорационализму: творческие концепции архитекторов XX–XXI вв. / Т. Ю. Быстрова. – Екатеринбург : Вебстер, 2013. – 400 с. – ISBN 978-5-903560-12-7. – Текст : непосредственный.

8. Иконников, А. В. Зарубежная архитектура. От «новой архитектуры» до постмодернизма / А. В. Иконников, – Москва : Стройиздат, 1982. – 255 с. – Текст : непосредственный.

9. Горюнов, В. С. Архитектура эпохи модерна. Концепции. Направления. Мастера / В. С. Горюнов, М. П. Тубли. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Стройиздат, 1994. – 360 с.

10. Курбатов, Ю. И. Архитектурные формы и природный ландшафт: композиционные связи / Ю. И. Курбатов. – Ленинград : Изд-во Ленинградского университета, 1988. – 133 с. – ISBN 5-288-00111-1. – Текст : непосредственный.

11. Добрицына, И. А. От постмодернизма – к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки / И. А. Добрицина. – Москва : Прогресс-традиция, 2004. – 416 с.

12. Ильвицкая, С. В. «Зеленая» архитектура жилища и GreenBim технологии (концепции) / С. В. Ильвицкая. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство России. – 2018. – № 1 (225). – С. 108–113.

13. Родионовская, И. С. Современная архитектура в формате “green”. Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности / И. С. Родионовская // Экология урбанизированных территорий. – 2018. – № 2. – С. 96–100,

14. Сапрыкина, Н. А. Основы динамического формообразования в архитектуре : учебник для вузов / Н. А. Сапрыкина. – Москва : Архитектура-С, 2005. – 312 с. – Текст : непосредственный.

YAKOVLEV Andrey Aleksandrovich, doctor of architecture, professor of the chair of architectural design; ZAKHARCHUK Anzhela Vladimirovna, applicant for a scientific degree of the candidate of architecture of the chair of architectural design

CONCEPTS OF HUMAN-NATURE INTERACTIONS IN THE SCIENCE CONTEXT

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia, Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: oootma@inbox.ru; angelazaharchuk@gmail.com/zakharchuk@inbox.ru
Key words: architectural concepts, philosophical foundations, man and nature, natural analogue.

The article defines the main theories and concepts of interaction between man and nature in the philosophical, historical-theoretical and scientific-technical aspects; provides a brief analysis and characteristics of the concepts; reveals precedents for the emergence of the natural analogue idea in architecture. A conceptual model of science, a hierarchical structure of the main stages in the development of concepts that implement the natural analogue idea in architecture are proposed.

REFERENCES

1. Arkhitektura v dialoge s chelovekom [Architecture in dialogue with a man]: sbornik nauchnykh trudov i dokladov na Sedmykh i Vosmykh Ikonnikovskikh chteniyakh [Collection of scientific papers and reports at the Seventh and Eighth Ikonnikov readings] / Ross. akadem.

arkhitektury i stroitelnykh nauk, Nauchno-issled. in-t teorii i istorii arkhitektury i gradostroitelstva; sostav. i otv. red. I. A. Dobritsyna. – Moscow, URSS, sor. 2012. – 552 p.: il., tabl. (Voprosy teorii arkhitektury). – ISBN 978-5-9710-0555-1.

2. Tomakov V. I. Zelyonoe stroitelstvo v kontseptsii ustoychivogo razvitiya rossiyskikh gorodov [Green building in the concept of sustainable development of Russian cities] // Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki [Proceedings of the Southwest State University. Technical sciences]. – 2017. – № 29 (71). – P. 16–29.

3. Udalova N. E. Problema nravstvennogo otnosheniya k prirode v russkoy filosofii serediny XIX – nachala XX vv. v kontekste sovremennoy ekologicheskoy etiki [The problem of the moral attitude to nature in Russian philosophy of the mid-19th – early 20th centuries in the context of modern environmental ethics]: avtorefer. dis. … kandidata filosofskikh nauk. Voronezh, 2009, 19 p.

4. Tyan N. M. Vzaimodeystvie obschestva i prirody kak mirovozzrencheskaya problema [The interaction of society and nature as a worldview problem]: 09.00.01 : dis. … kandidata filosofskikh nauk. Leningrad, 1984, 163 p.

5. Esaulov G. V. Ustoychivaya arkhitektura kak proektnaya paradigma (k voprosu opredeleniya) [Sustainable architecture as a design paradigm (toward an issue of definition)] // Ustoychivaya arkhitektura: nastoyaschee i buduschee. Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma, 17-18 noyabrya 2011 g. Moskovskiy arkhitekturny in-t (gos. akademiya) i gruppa KNAUF SNG. – Moscow, 2012. – P. 76–79.

6. Dobritsyna I. A. Ot postmodernizma – k nelineynoy arkhitekture: Arkhitektura v kontekste sovremennoy filosofii i nauki [From postmodernism to nonlinear architecture: Architecture in the context of contemporary philosophy and science] / Moscow: Progress-traditsiya, 2004, 416 p.

7. Bystrova T. Yu. Ot modernizma k neoratsionalizmu: tvorcheskie kontseptsii arkhitektorov XX–XXI vv. [From modernism to neorationalism: creative concepts of architects of the XX–XXI centuries], Ekaterinburg: Vebster, 2013. – 400 p. – ISBN 978-5-903560-12-7.

8. Ikonnikov A. V. Zarubezhnaya arkhitektura. Ot “novoy arkhitektury” do postmodernizma [Foreign architecture. From "new architecture" to postmodernism]. Moscow: Stroyizdat, 1982, 255 p.

9. Goryunov V. S, Tubli M. P. Arkhitektura epokhi moderna. Kontseptsii. Napravleniya. Mastera [Architecture of the Art Nouveau era. Concepts. Directions. Masters] – 2-e izd. – Saint-Petersburg: Stroyizdat, 1994, 360 p.

10. Kurbatov Yu. I. Arkhitekturnye formy i prirodny landshaft: kompozitsionnye svyazi [Architectural forms and natural landscape: compositional connections]. Leningrad: Izdatelstvo Leningradskogo universiteta, 1988, 136 p. – ISBN 5-288-00111-1.

11. Dobritsina I. A. Novye problemy arkhitektury v epokhu tsifrovoy kultury [New problems of architecture in the era of digital culture] //Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and Construction]. Moscow, 2013. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-problemy-arhitektury-v-epohu-tsifrovoy-kultury (data obrascheniya 15.12.2020).

12. Ilvitskaya S. V. “Zelyonaya” arkhitektura zhilischa i GreenBim tekhnologii (kontseptsii) [Green residential architecture and GreenBim technologies (concepts)] //Arkhitektura i stroitelstvo Rossii [Architekture and construction of Russia]. – 2018. – № 1 arhitektury (225). – P. 108–113.

13. Rodionovskaya I. S. Sovremennaya arkhitektura v formate “green”. Arkhitektura zdaniy i sooruzheniy. Tvorcheskie kontseptsii arkhitekturnoy deyatelnosti [Modern architecture in the “green” format. Architecture of buildings and structures. Creative concepts of architectural activity] // Ekologiya urbanizirovannykh territoriy [Ecology of urban areas]. 2018. – № 2. – P. 96–100.

14. Saprykina N. A. Osnovy dinamicheskogo formoobrazovaniya v arkhitekture [Fundamentals of dynamic shaping in architecture]: uchebnik dlya vuzov. Moscow: Arkhitektura-S, 2005, 312 p.

© А. А. Яковлев, А. В. Захарчук, 2021

Получено: 13.02.2021 г.

УДК 728.2

Л. Н. ДАНЯЕВА, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектуры

ДОХОДНЫЙ ДОМ КАК АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОТОТИП МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57; эл. почта: 2ldkn@mail.ru
Ключевые слова: многоквартирные жилые здания, доходные дома, архитектурно-типологическое формирование.

Анализируется архитектурно-типологическое формирование доходных домов как исторических прототипов современных многоквартирных жилых зданий. Рассматривается социально-типологическое формирование архитектуры доходных домов и интеграция в пространственно-временном контексте. Выявлены архитектурно-типологические коммуникативные составляющие в эволюционном диалоге доходных домов как архитектурных прототипов современных жилых зданий.

В современном архитектурно-типологическом развитии происходят непрерывные закономерные процессы «пространственно-временной интеграции», базирующиеся на «взаимопроникновении и синтезе пространственно-временного контекста». В диалектическом единстве традиции и инновации именно «интеграция является родовым принципом архитектуры», в которой «пространство и время встречаются в архитектурной форме, которая фиксирует стиль, концепцию, язык отдельного зодчего и эпохи в целом» [1]. Архитектурно-типологическое формирование – это «наслоения времени, исторических эпох и стилей, прежде всего, воспринимаются на примере города как разновременного живого образования», и архитектура «вплотную взаимодействует с категорией времени, а архетип выступает как форма архитектурной памяти» [1]. В современном архитектурно-типологическом формировании многоквартирных жилых зданий происходит «идентификация» определенного «генотипа», отражающего «целостность восприятия истории и современности», именно доходный дом как архитектурный прототип и является «идентификацией» определенного «генотипа» в современном архитектурно-типологическом формировании многоквартирных жилых зданий. Доходные дома являются «архетипами» в градообразующем формировании объемно-пространственного и архитектурно-стилистического облика исторически сформировавшейся застройки, являются градообразующими объектами и композиционными доминантами. В современных процессах глобализации происходит сохранение идентичности и архитектурно-типологической интеграции в контексте современных направлений в архитектурном пространстве многоквартирных жилых зданий. Архитектурно-пространственная интеграция является фундаментальной основой в социально-типологическом единстве и формировании взаимосвязанной системы в актуальных тенденциях в архитектуре многоквартирных жилых зданий.

Доходный дом как новый архитектурный тип «выступает как форма архитектурной памяти» многоквартирных жилых зданий и получает устойчивое развитие с середины XIX века, когда с развитием промышленности начинается «приток населения в крупные города» и интенсивный прирост городского

населения, происходят поиски новых путей формирования городского жилищного строительства. И «с увеличением спроса на квартиры стали жестче требования эффективности застройки и рентабельности», увеличивается этажность и плотность застройки и «появление новой рациональной структуры здания, его пространственно-планировочной основы» [2]. Социально-экономические преобразования и жилищный кризис стимулировали развитие жилищного строительства и формирование «качественно новых планировочных приемов», «видоизменение объемно-пространственной схемы жилого дома, сделать его компактнее, экономичнее» а также обеспечить «повышение благоустройства и комфорта» многоквартирного жилого дома [2]. С целью создания «рационального эффективного использования участка застройки» создаются многосекционные «огромные корпуса доходных домов образуют комплексы зданий, объединенных в сложные композиции зданий», получают развитие «жилые дома-комплексы». В социально-типологическом формировании жилищного строительства «эта тенденция выражена в проектировавшихся и строившихся комплексах дешевых жилищ», а также «ведущее значение имели постройки, возведенные на средства крупных предпринимателей», которые «бывшие одновременно и собственниками квартир, стремились обеспечить качество жилых домов» и «доставление своим членам удобных постоянных квартир» как для «состоятельных съемщиков», так и «всех сословий» (табл. 1 цв. вклейки). Формируется социально-типологическое классовое разделение, где наряду с жилыми домами «для рабочих и малооплачиваемых служащих» ведется строительство доходных домов с «благоустроенными квартирами для представителей средних слоев» (табл. 1 цв. вклейки). В условиях нового «социального заказа» в архитектурном формировании многоквартирных доходных домов «крупных предпринимателей» и «акционерных и прочих обществ» ставится цель «создания максимально благоустроенных и комфортабельных сооружений» [2]. Получают устойчивое развитие жилые «дома-комплексы», и эта тенденция «одновременно в более широком масштабе проявляется в жилых домах акционерных и страховых обществ и жилищных кооперативов, товариществ по постройке постоянных квартир» (табл. 2 цв. вклейки). «Но архитектурное значение частных кооперативных домов-комплексов намного больше социального: эти сооружения наряду с домами акционерных и страховых обществ выделялись из общей массы многоквартирных доходных домов рациональностью и новаторством планировки» [2]. Таким образом, «в условиях строительного бума конца XIX – начала XX вв. происходит «активизация строительства крупных жилых домов и превращение кооперативного строительства в заметный фактор архитектурной жизни» и «зарождаются и начинают складываться новые приемы пространственной композиции» в интенсивно развивающихся городах в период урбанизации и жилищного кризиса [3]. Доходные дома отвечали разнообразию социальных приоритетов и сформировалась «социально организационная» типологическая дифференциация доходных домов как для «зажиточных» и «состоятельных квартиросъемщиков», так и «обывательские» для «всех сословий» и «нуждающихся» с «дешевыми квартирами» (табл. 1 цв. вклейки). В конце XIX века строительство доходных домов с разным социальным уровнем проживания как для определенного «состоятельного» сословия, так и «обывательского» и социального «нуждающегося» класса, становится преобладающим видом жилья [2]. Доходные дома строились с «предпринимательскими целями» как на средства крупных предпринимателей и принадлежали домовладельцу, так и акционерных

К СТАТЬЕ Л. Н. ДАНЯЕВОЙ «ДОХОДНЫЙ ДОМ КАК АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОТОТИП МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ»

Таблица 1

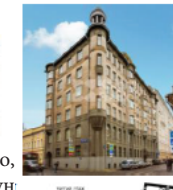
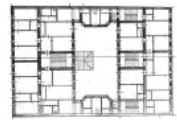
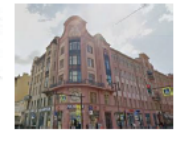
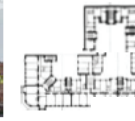
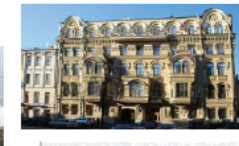
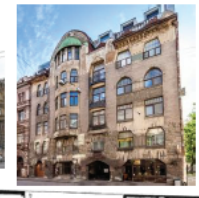
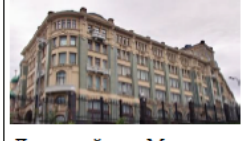
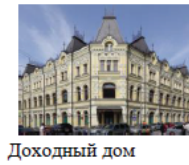
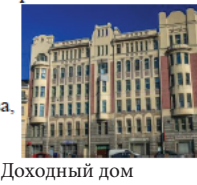
Доходные дома как социально-исторические прототипы жилых зданий	
Доходные дома «состоятельных съемщиков»	Доходный дом герцога Лейхтенбергского, 1905 г., С.-Пб, арх. Ф. Ф. фон Постелье Доходный дом К.И. Розенштейна, г. С-Пб., 1913-1915 гг., арх. А.Е. Белогруд Доходный дом И.А. Лидваля, г. С.-Пб., 1899-1904 гг., арх. Ф.И. Лидваль Доходный дом Ю.Б. Бака, г. С.-Пб., 1905 г., арх. Б.И. Гершович
Доходные дома «всех сословий»	 Доходный дом М. П. Толстого, г. С.-Пб., 1912 г., арх. Ф. И. Браун    Доходный дом Г.В. Барановского, г. С.-Пб., 1897 г., арх. Г.В. Барановский Доходный дом М. П. Бадаева, г. С.-Пб., 1906 г., арх. В.А. Косяков Доходный дом А. И. Шамшина, г. Москва, 1911 г., арх. Ф. О. Шехтель
Доходные дома «дешевых квартир»	 Доходный дом И. И. Дурдина, г. С.-Пб., 1873г., Доходный дом Н. А. Мельцеров, г. С.-Пб., 1904-1905 гг., Доходный дом Н.Н. Зайцевой, г. С.-Пб., 1877 г., арх. И. С. Богомолов

Таблица 2

Доходные дома как архитектурные прототипы многофункциальных жилых комплексов	
Доходные дома «временного проживания и нуждающихся»	Доходный дом «благо-творительного общества» Д.В. Быховского, 1912 г., г. С.-Пб., арх. М.С. Лялевич Доходный дом церкви Троицы на Грязех, 1909 г., г. Москва, арх. Л. Кравецкий, П. Микини Доходный дом бесплатных квартир для вдов им. Бахрушиных, г.Москва, 1890 гг., арх. Ф. О. Богданович
Доходные дома «профессиональ-ной и творческой интеллигенции»	Доходный дом С. С. Боткина, г. С-Пб, 1903-1906 гг., арх. А.И.Дитрих  Доходный дом А.Ф. Бубыря, г. С-Пб., 1907 г., арх. Н.В. Васильев, А.Ф. Бубырь Доходный дом З. А. Перцевой, 1907 г., г. Москва, арх. Н. Жуков, С. Малютин Доходный дом Н.П. Басина, 1878-1879 гг., г. С.-Пб., арх. Н.П. Басин
Доходные дома «товариществ» и «обществ»	Доходный дом Первого Российского страхового общества, г. Москва, 1905-1906 гг., арх. Л.Н. Бенуа  Доходный дом Московского страхового общества «Боярский двор», г. Москва,1901-1903 гг., арх. Ф.О. Шехтель Дом Страхового общества, г. Москва,1899-1902 гг., арх. Н.М. Проскурин, О.В. Дессин  Доходный дом Третьяковых, г. Москва, 1891-1892 гг., арх. А.С. Каминский  Доходный дом Петербургского Мещанского общества, г. С.-Пб., 1911 г., арх. Н. К. Прянишников

товариществ и обществ и обеспечивали жильем городских служащих и творческую интеллигенцию, население с разным уровнем достатка. Характерно, что доходные дома «обеспечивали доставление своим членам удобных постоянных квартир» разного социального «сословия», в которых квартиры подразделялись как непосредственно для семейного проживания, так и совмещались жилые, общественные и профессиональные функции. В социально-типологическом формировании объемно-пространственной организации выделяются доходные дома «с благоустроенными квартирами» для «профессиональной и творческой интеллигенции», профессионально практикующих специалистов, врачей, юристов, инженеров и ученых (табл. 2 цв. вклейки). В результате социальной классовой дифференциации сформировались архитектурно-типологические характеристики доходного дома с соответствующими качественными показателями: комфортность проживания, эксплуатационные функциональные физико-технические параметры жилых помещений, архитектурно-композиционные и художественно-стилистические решения, престижность места и участок расположения дома, этаж проживания и ориентация фасада, количество комнат в квартире и подсобных помещений, качество отделки и оформления. Происходит социально-типологическое формирование многофункционального жилого комплекса, где на первых этажах арендовались магазины и ателье, модные салоны, офисные и торговые помещения, а также наибольшим спросом пользовались квартиры гостиничного типа с пансионом и обслуживанием, «благотворительные» квартиры временного проживания (табл. 2 цв. вклейки). Доходные дома строились для определенных классовых сословий с определенным уровнем престижа и комфортности проживания, прослеживается основополагающая преемственность и «идентификация» социально-типологических признаков в современной архитектурно-строительной практике многоквартирных жилых комплексов. Социально-типологическое формирование доходных домов определяет доходный дом в «целостности восприятия истории и современности» как «архетип» в «пространственно-временной интеграции» современных многоквартирных жилых зданий.

В историческом развитии доходные дома не имели прямых исторических прототипов, а происходил последовательный поступательный процесс архитектурно-типологического формирования как объемно-пространственных, так и архитектурно-композиционных особенностей архитектуры доходного дома, в котором органично воплощается преемственность жилой функции городских особняков и дворцов и общественной функции торговых и гостиничных зданий [2]. В объемно-планировочных решениях доходные дома исходили из коридорных планировок отелей и включали в свою функционально-планировочную структуру такие же параметры жилых помещений и тот же состав общественных и обслуживающих помещений. Для доходных домов изначально была характерна комбинированная анфиладно-коридорная планировка квартир, в последующем с повышением благоустройства и комфорта проживания постепенно происходит разделение комнат по жилым функциям и стали строится квартиры с «покомнатным проживанием» с изолированными комнатами, что стало основополагающим правилом и в современном жилищном строительстве многоквартирных жилых зданий. Также в доходных домах происходит характерное функциональное зонирование с выделением в квартирах парадной входной зоны и жилой с помещениями бытового обслуживания. Формируются жилые секции, в основе которых жилая секционная планировка, где все бытовые помещения и санузлы

располагаются поэтажно друг над другом, где квартиры группируются и располагаются относительно парадной лестницы, что продиктовало формирование многосекционной «новой пространственно-планировочной структуры здания» (табл. 1, 2 цв. вклейки). Сформировались количественные и качественные показатели в оценке комфортности и стоимости проживания «благоустроенной квартиры», актуальность которых сохраняется и в настоящее время. Увеличиваются размеры и площади, повышаются требования к «рациональности планировочной структуры» с обеспечением «инженерным оборудованием и санитарной техникой квартир», необходима «выгодность эксплуатации, сообразуясь с требованиями гигиены», что продиктовало «появление новых планировочных приемов» [3]. В стремлении создать «рациональную структуру здания и его пространственно-планировочной основы» происходит переосмысление объемно-пространственной схемы жилого дома, получает широкое развитие «периметральная планировочная схема». В качественном улучшении показателей проживания и «повысить гигиеничность дворовых корпусов путем отказа от дворов-колодцев» происходит увеличение размеров внутренних дворов, что повлекло создание открытых парадных дворов. Формируется «ансамблевый подход» с большими открытыми внутренними «проездными дворами», где «парадные дворы узкие и длинные, уходят от улицы далеко внутрь квартала и там расширяются» и «одновременно в композиции подчеркивается связь с внутренним пространством улицы». Парадный двор является главной осью ансамбля жилого дома и «подчиняет архитектурное построение лицевых и дворовых корпусов, изобилующих ризалитами, эркерами, балконами», что характерно как для домов-комплексов с комфортабельными квартирами, так и для доходных домов «всех сословий», «представителей средних слоев» и творческой интеллигенции (табл. 1 цв. вклейки). В процессе эволюционного развития формируются многофункциональные дома-комплексы «акционерных обществ» и корпоративных «товариществ» и дома с квартирами «временного проживания» с обслуживанием, именно «акционерные общества становятся владельцами самых крупных участков», и «размеры увеличиваются настолько, что занимают один или несколько кварталов». В результате корпоративные доходные дома «товариществ» и «обществ» с торговыми и офисными помещениями представляют квартальную застройку городских территорий и композиционно формируют «протяженность уличных и дворовых фасадов, уходящих далеко вглубь участка, разветвляющихся там на рукава второго двора» в сложном взаимодействии объемно-пространственной композиции формируют доходный дом как многофункциональный жилой комплекс с несколькими разнообразными широкими «открытыми парадными дворами», что «вносит динамизм в пространственное построение комплекса» с парадно оформленными порталами и фасадами (табл. 2 цв. вклейки). Все большее внимание уделяется внешней привлекательности и представительности уличного фасада с поэтажным декоративным оформлением и «интерпретацией ордерной системы» и применяются «архетипизированные части здания», такие как: арочные проемы, эркеры и ризалиты, надстроенные башни, пилястры и поэтажные карнизы, венчающие фронтоны, надстроенные бельведеры, также меняется ритм и размеры окон и широкое остекление [1]. В процессе социально-типологического развития формируются качественно новые многосекционные «пространственно-планировочные приемы» и объемно-композиционные схемы, такие как: фронтальная «отдельно стоящими зданиями» с «обывательскими рядовыми жилыми домами» фасадами «на красную линию улицы», «периметральная

планировка с внутренними дворами», с открытыми парадными дворовыми пространствами, формирующими ансамблевую «дворцовую» и «единую взаимосвязанную пространственную среду», объемно-пространственную «сложную композицию» многофункционального жилого дома-комплекса [3]. Социально-типологическое формирование архитектуры доходных домов является основополагающим выражением новых направлений в эволюционном развитии архитектуры многоквартирных жилых зданий, представляет «собирательную форму» в «пространственно-временной интеграции» в «диалектическом единстве традиции и новаторства» в контекстуальном воплощении архитектурного «хронотипа». Таким образом формировались основополагающие коммуникативные типологические составляющие в эволюционном диалоге доходных домов как «архетипов» многоквартирных жилых зданий, это характерные «пространственно-планировочные основы»: «социально организационная» классовая «сословная» дифференцированность, секционная объемно-планировочная структура, функциональное зонирование с «покомнатным проживанием», многофункциональность жилого дома-комплекса, многосекционность в объемно-пространственной организации «пространственно-планировочных» приемов и объемно-композиционном формировании многофункциональных жилых комплексов. Сформировавшиеся «комплексы доходных домов можно считать выражением новых тенденций развития архитектуры», «широта комплексного подхода и поиски новых принципов организации архитектурного пространства, новые приемы композиции фасадов – в этом ценность жилых комплексов начала XX в.» [3].

И в настоящее время в архитектурно-строительной практике воплощаются данные «архетипы» в программы и реальные объекты многоквартирных жилых зданий. Предполагается инициатива обеспечения жильем, с предоставлением жилья во временное владение, что входит в стратегию Правительства РФ по развитию массового жилищного строительства до 2025 года [4]. Концепция строительства доходных домов входит в федеральную целевую программу по реализации приоритетных национальных проектов и представляет концепцию федеральной целевой программы [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дуцев. М. В. Концепция художественной интеграции в новейшей архитектуре : монография / М. В. Дуцев ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – 388 с. – ISBN 978-5-87941-926-9. – Текст : непосредственный.

2. Кириченко, Е. И. Архитектурные теории XIX века в России / Е. И. Кириченко; Министерство культуры СССР, Всесоюзный научно-исследовательский институт искусствознания. – Москва : Искусство, 1986 – 344 с. – Текст : непосредственный.

3. Кириченко, Е. И. Русская архитектура 1830–1910-х годов / Е. И. Кириченко. – Москва : Искусство, 1978. – 399 с. – Текст : непосредственный.

4. Российская Федерация. Правительство. Об утверждении плана реализации Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2019 года № 3227-р. – URL: Consultant.ru›document/cons_doc_LAW_342452/ (дата обращения 23.05.2021). – Текст : электронный.

5. Российская Федерация. Правительство. Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской федерации постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2017 года № 1710 – URL: https://base.garant.ru/71849506/(дата обращения 23.05.2021). – Текст : электронный.

DANYAEVA Lyudmila Nikolaevna, candidate of architecture, associate professor of the chair of architecture

AN APARTMENT BUILDING AS AN ARCHITECTURAL PROTOTYPE OF MULTI-FAMILY RESIDENTIAL BUILDINGS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57;
e-mail: 2ldkn@ mail.ru
Key words: multi-apartment residential buildings, apartment buildings, architectural and typological formation.

The article analyzes the architectural and typological formation of apartment buildings as historical prototypes of modern multi-apartment residential buildings. The article deals with the socio-typological formation of the architecture of apartment buildings and integration in the spatial-temporal context. Architectural and typological communicative components in the evolutionary dialogue of apartment buildings as architectural prototypes of modern residential buildings are revealed.

REFERENCES

1. Dutsev M. V. Kontseptsiya khudozhestvennoy integratsii v noveyshey arkhitekture [The concept of artistic integration in modern architecture]: monografiya / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2013, 388 p. – ISBN 978-5-87941-926-9.

2. Kirichenko E. I. Arkhitekturnye teorii XIX veka v Rossii [Architectural theories of the XIX century in Russia.] / Min-vo kultury SSSR, Vsesoyuz. nauchno-issled. in-t iskusstvoznaniya. – Moscow: Iskusstvo, 1986, 344 p.

3. Kirichenko E. I. Russkaya arkhitektura 1830-1910-kh godov [The Russian architecture of the 1830-1910s] / Moscow: Iskusstvo, 1978, 399 p.

4. Rossiyskaya Federatsiya. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii plana realizatsii Strategii prostranstvennogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda [The Government of the Russian Federation. On approval of the implementation plan of the Strategy of spatial development of the Russian Federation for the period up to 2025]: rasporyazhenie Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 27 dekabrya 2019 goda № 3227-r. – URL: Consultant.ru›document/cons_doc_LAW_342452/ (data obrascheniya 23.05.2021).

5. Rossiyskaya Federatsiya. Pravitelstvo. Obespechenie dostupnym i komfortnym zhilyom i kommunalnymi uslugami grazhdan Rossiyskoy Federatsii [The Government of the Russian Federation. Providing affordable and comfortable housing and public services to citizens of the Russian Federation]: postanovlenie Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 30 dekabrya 2017 goda № 1710. – URL: https://base.garant.ru/71849506/(data obrascheniya 23.05.2021).

© Л. Н. Даняева, 2021
Получено: 07.06.2021 г.

ПАМЯТИ ДОЦЕНТА Г. П. ЕРМАКОВА

К 100-летию со дня рождения Ермакова Глеба Павловича – ветерана Великой Отечественной войны, кандидата технических наук, доцента кафедры металлических конструкций Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета (ННГАСУ).

Г. П. Ермаков родился 06.10.1921 г. в г. Алма-Ате в семье военнослужащего. Среднее образование получил в школе № 13 г. Горького (1940), в этом же году по призыву комсомола добровольно поступил в Горьковское училище зенитной артиллерии, которое закончил в июне 1941 года и был направлен в 8-й отдельный дивизион на должность командира взвода (г. Кейданы, Литовская ССР).

23 июня 1941 г. в бою с немецким самолетом Глеб Павлович был ранен и отправлен в медсанбат, а затем в тыл. По дороге в тыл их машина была обстреляна немцами. Оставшиеся в живых, в том числе Г. П. Ермаков, разбрелись по лесам, через двое суток Г. П. Ермаков попал в плен, но бежал из-под расстрела вечером того же дня. Зайдя за едой в один из литовских домов, он был передан немецкому патрулю, который передал его в лагерь Форт-Каунас. Из этого лагеря в августе 1941 г. Г. П. Ермаков был переведен в лагерь г. Хаммельбург. С 1942 г. по 1943 г. Глеб Павлович находился в лагере п. Бамберг. В июне 1943 г. Г. П. Ермаков с группой из 16 офицеров совершил побег из плена, но у границы с Чехословакией был схвачен и отправлен в лагерь Швайфурт. В июне 1944 г. Г. П. Ермаков бежал из плена в третий раз и добрался до территории Польши, где стал командиром партизанского отряда «Ливочь-3» (Польша).

За боевые заслуги Глеб Павлович Ермаков был награжден орденом Отечественной войны II степени, медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

После окончания Великой Отечественной войны, в период с июня 1945 г. по март 1946 г. Г. П. Ермаков служил командиром огневого взвода 1013 Отдельного зенитно-артиллерийского дивизиона Центральной группы войск Северо-Кавказского военного округа. В 1946 г. был демобилизован в звании лейтенанта.

В 1946 г. Глеб Павлович Ермаков поступил в Горьковский инженерно-строительный институт (ГИСИ) им. В. П. Чкалова (ныне – ННГАСУ). По окончании вуза получил диплом инженера-строителя (1951). Работал в проектных и научно-исследовательских институтах: инженером-конструктором и главным инженером института «Энергопроект» (1951–1958), руководителем группы в Проектном технологическом научно-исследовательском институте (1958–1964), начальником архитектурно-строительного отдела Горьковского проектного института

«Промстройпроект» (1964–1966).

В 1966 г. Г. П. Ермаков был принят на должность и. о. доцента кафедры деревянных и металлических конструкций ГИСИ им. В. П. Чкалова как высококвалифицированный специалист-производственник.

В 1973 г. Г. П. Ермаков под руководством профессора Б. Б. Лампси защитил кандидатскую диссертацию на тему «Некоторые вопросы прямого практического способа расчета стальных рам с обеспечением минимума массы» (официальный оппонент – д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники ТАССР Ю. А. Радциг). В диссертации в качестве основного научного метода был применен метод наименьшего объема, разработанный Ю. А. Радцигом. Разработана целевая функция объема статически неопределимой рамы в виде аут-форм высоких порядков, рассмотрен вопрос учета устойчивости сжатых стержней в составе рамных систем наименьшей массы, предложен обобщенный тип зеркальной функции в форме «сложная прерывистая зеркальная функция», позволившая выразить целевую функцию объема с различными видами усилий и в том числе с учетом устойчивости сжатых стержней, дана практическая методика решения стальных рам наименьшей массы с применением ЭВМ. Полученный экономический эффект по массе поперечной рамы достигнут в пределах 10 %. Расчет поперечных рам с затяжкой позволяет увеличить экономический эффект до 20 %.

Георгий Павлович Ермаков принимал участие в научно-исследовательской работе кафедры. Из наиболее значимых НИР можно отметить следующие:

– проект несущих конструкций монумента Славы в честь автозаводцев ГАЗ (1971 г.), представляющий собой полуразвернутое знамя на двух стойках-опорах общей высотой более 18 м. Монумент построен в парке Славы Автозаводского района;

– проект пьедестала для самолета в память В. П. Чкалову в г. Чкаловске Горьковской области (1975 г.), построен в 1976 г.;

– проект и реализация усиления железобетонной колонны каркаса цеха завода химического оборудования «Заря» (г. Дзержинск, Горьковской области) путем введения стальной предварительно напрягаемой фермы пролетом 24 м в плоскость ряда колонн (1986 г.);

– проект технических решений по восстановлению стального каркаса под нагрузкой (после пожара 1990 г. на заводе химического оборудования «Заря», г. Дзержинск, Горьковской области);

– технические решения по стабилизации железобетонного каркаса здания на заводе «Химмаш» в связи с карстовым провалом основания, 1992 г. (г. Дзержинск, Горьковской области).

Глеб Павлович Ермаков активно участвовал в учебном процессе: читал лекции и вел практические занятия по специальности «Гидротехническое строительство», руководил курсовым и дипломным проектированием на специальностях ГС и ПГС. За период своей работы на кафедре металлических конструкций Г. П. Ермаков подготовил и опубликовал 8 учебно-методических пособий.

04 февраля 1999 г. после тяжелой болезни Глеб Павлович Ермаков ушел на 78 году из земной жизни. Коллектив кафедры, преподаватели и сотрудники университета, студенты-выпускники высоко ценят его вклад в дело воспитания и подготовки молодых специалистов, ежегодно посещая его могилу в День празднования Победы в Великой Отечественной войне.

Заведующий кафедрой
строительных конструкций ННГАСУ, профессор,
один из учеников Глеба Павловича Ермакова
А. И. Колесов

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ

Шумилкин, А. С. Реставрация в Нижнем Новгороде и Нижегородской области в советский период : монография / А. С. Шумилкин, С. М. Шумилкин, М. С. Шумилкин; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т – Н. Новгород : ННГАСУ, 2020. – 239 с.
ISBN 978-5-528-00417-4

Монография посвящена реставрации памятников архитектуры г. Горького и Горьковской области во второй половине XX в., которая осуществлялась Горьковской специальной научно-реставрационной производственной мастерской (1949–1987). На основе анализа проектной деятельности мастерской рассматривается история реставрации стен и башен Нижегородского кремля, гражданских и культовых построек XVII в. Также проводится анализ реставрации крупных архитектурных комплексов Печерского, Благовещенского и Макарьевского монастырей и загородной усадьбы музея-заповедника А. С. Пушкина в с. Большое Болдино. Важное место отведено выявлению общего процесса и этапов реставрационных работ, сравнению приемов и методов реставрации с другими реставрационными мастерскими, а также уточнению авторов проектов реставрации.

Использованы учебные работы, в том числе магистерские выпускные квалификационные работы (Смагиной А. С., Клюкиной Е. А. и др.), выполненные на кафедре истории архитектуры и основ архитектурного проектирования, архивные материалы Государственного архива специальной документации Нижегородской области и Управления государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области.

Предназначена для студентов направлений подготовки 07.03.01 «Архитектура» профиль «Реставрационное проектирование» и 07.03.03 «Дизайн архитектурной среды», а также историков архитектуры, архитекторов-реставраторов и краеведов.

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/м^2. 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 Cyr, 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.) переоформляются 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

ISSN 1995-2511
9 771995 251524